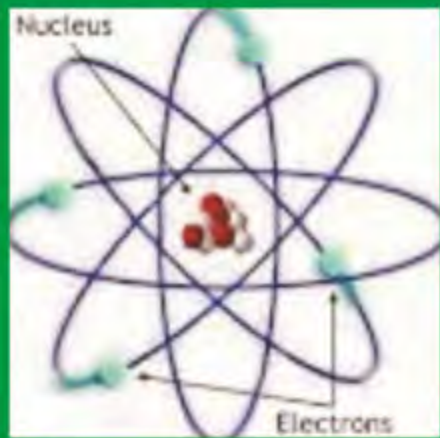
Agah Sutiagah
Farid Mulyana

Teknik Kelistrikan dan Elektronika Instrumentasi

Buku 1







2013

PENULIS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Alloh SWT, dengan tersusunnya buku Teknik Kelistrikan dan Elektronika Instrumentasi ini semoga dapat menambah khasanah referensi khususnya di bidang tekologi industri yang akhir-akhir berkembang begitu pesatnya di Indonesia.

Isi buku ini sengaja disajikan secara praktis dan lengkap sehingga dapat membantu para siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), guru serta para praktisi industri. Teknik Kelistrikan dan Elektronika Instrumentasi yang selama ini dideskripsikan secara variatif dan adaptif terhadap perkembangan serta kebutuhan berbagai kalangan praktisi industri. Penekanan dan cakupan bidang yang dibahas dalam buku ini sangat membantu dan berperan sebagai sumbangsih pemikiran dalam mendukung pemecahan permasalahan yang selalu muncul didalam mempelajari dasar-dasar instrumentasi.

Oleh karena itu, buku ini disusun secara integratif antar disiplin ilmu yaitu teknik kelistrikan dan elektronika instrumentasi yang saling mendukung sehingga skill yang diperlukan terkait satu dengan lainnya.

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu materi naskah serta dorongan semangat dalam penyelesaian buku ini. Kami sangat berharap dan terbuka untuk masukan serta kritik konstruktif dari para pembaca sehingga dimasa datang buku ini lebih sempurna dan implementatif.

Tim Penul

DAFTAR ISI

DESKRIPSI

Buku ini merupakan bagian dari pembelajaran Teknik Kelistrikan dan Elektronika Instrumentasi yang menampilkan Alat Ukur Elektronik : *Multimeter, Oscilloscope, Insulation Tester, Function Generator, Watt Meter, Cos Phi Meter* dan *KWH Meter*.

Melalui buku ini siswa dapat menerapkan Materi sebelumnya yang telah dipelajari diantarnya :

1. Besaran listrik (tegangan, arus dan tahanan/resistan) berikut satuannya.
2. Perbedaan arus bolak balik dengan arus searah.
3. Kegunaan simbol-simbol komponen elektronik.
4. Kegunaan dan nilai satuan dari komponen pasif.
5. Kegunaan dan kode dari komponen aktif.
6. Kegunaan Matematika Teknik Dasar dan Rumusnya.
7. Rangkaian Elektronika Dasar.

Tujuan Pembelajaran

Setelah melaksanakan mempelajari buku ini, kamu diharapkan mampu ;

1. Menerapkan prinsip pengukuran besaran listrik berdasarkan azas kerja alat ukur listrik.
2. Membuktikan kegunaan perangkat/panel yang terdapat pada *Multimeter, Oscilloscope, Insulation Tester, Function Generator, Watt Meter, Cos Phi Meter* dan *KWH Meter*.
3. Membaca papan skala pada *Multimeter* dengan benar.

4. Melakukan persiapan awal sebelum menggunakan alat ukur elektronik untuk keperluan pengukuran.
5. Menggunakan alat ukur elektronik dengan baik, aman, dan sesuai dengan standar prosedur operasi dan keselamatan kerja.
6. Mengukur Tegangan Listrik Arus Bolak Balik/*Alternating Current Voltage*/ACV dengan kisaran tegangan antara 110-220 Volt ACV.
7. Mengukur Tegangan Listrik Arus Searah/*Direct Current Voltage*/DCV pada tegangan rendah (*low Voltage*), dengan kisaran tegangan antara 0-24 Volt DCV.
8. Mengukur tegangan listrik dengan kisaran tegangan antara 220 - 600 Volt dengan aman.
9. Mengukur arus searah dalam satuan mili-Ampere (mA) dan mikro-Ampere (µA).
10. Mengukur dan membandingkan frekuensi.
11. Mengukur amplitudo modulasi.
12. Mengukur kebocoran isolasi pada kabel listrik dan tegangan sampai dengan 600 Volt.
13. Mengukur perbandingan fasa.
14. Mengukur dan membandingkan faktor daya.
15. Mengukur dan membandingkan konsumsi daya.
16. Membuktikan mengalirnya arus listrik pada komponen pasif dan komponen aktif sekaligus mengukur nilai tahanan/resistan (*resistance*) dari komponen pasif dan komponen aktif tersebut.
17. Membuktikan adanya keterpaduan (sintesa) yang erat antara kemampuan yang harus dimiliki oleh seorang mekanik audio video dengan kemampuan menggunakan alat ukur elektronik.
18. Mampu membangun disiplin diri dalam belajar.
19. Mampu membangun disiplin diri dalam menyelesaikan tugas.

20. Melalui diskusi dapat memiliki kecakapan adaptasi diri, kecakapan berkomunikasi, kecakapan bekerjasama, kecakapan menggali informasi, kecakapan mengolah informasi, kecakapan mengolah dan memilah masalah, dan kecakapan mengambil keputusan.

Kompetensi Inti dan Kompetensi

BIDANG KEAHLIAN : TEKNOLOGI DAN REKAYASA
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK INSTRUMENTASI INDUSTRI
MATA PELAJARAN : TEKNIK KELISTRIKAN DAN ELEKTRONIKA INSTRUMENTASI

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dalam melaksanakan pekerjaan di bidang teknik kelistrikan dan elektronika instrumentasi
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1. Memiliki motivasi internal, kemampuan bekerjasama, konsisten, rasa percaya diri, dan sikap toleransi dalam perbedaan konsep berpikir, dan strategi menyelesaikan masalah dalam melaksanakan pekerjaan di bidang teknik kelistrikan dan elektronika instrumentasi
	2.2. Mampu mentransformasi diri dalam berperilaku: teliti, kritis, disiplin, dan tangguh mengadapi masalah dalam melakukan tugas di bidang teknik kelistrikan dan elektronika instrumentasi
	2.3. Menunjukkan sikap bertanggung jawab, rasa ingin tahu, santun, jujur, dan perilaku peduli lingkungan dalam melakukan tugas di bidang teknik kelistrikan dan elektronika instrumentasi
KI-3	3.1 Menerapkan prinsip dasar kelistrikan dan elektronika pada sistem

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	instrumentasi industri.
	3.2 Menerapkan hukum kelistrikan dan elektronika pada sistem instrumentasi industri
	3.3 Menerapkan konsep,teori dan hukum kemagnetan pada sistem instrumentasi industri
	3.4 Menerapkan prinsip pengukuran besaran listrik berdasarkan azas kerja alat ukur listrik
	3.5 Mimilih alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
	3.6 Memilih komponen elektronika pada sistem instrumentasi industri
	3.7 Memilih komponen semikonduktor pada sistem instrumentasi industri
	3.8 Menganalisis rangkaian arus searah pada sistem instrumentasi industri
	3.9 Menganalisis rangkaian arus bolak balik pada sistem instrumentasi industri
KI-4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Menggunakan prinsip dasar kelistrikan dan elektronika pada sistem instrumentasi industri
	4.2 Menggunakan hukum kelistrikan dan elektronika pada sistem instrumentasi industri
	4.3 Membuktikan konsep,teori dan hukum kemagnetan pada sistem instrumentasi industri
	4.4 Membuktikan prinsip pengukuran besaran listrik berdasarkan azas kerja alat ukur listrik

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
	4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
	4.6 Menggunakan macam-macam komponen elektronika pada sistem instrumentasi industri.
	4.7 Menggunakan macam-macam komponen semikonduktor pada sistem instrumentasi industri
	4.8 Merakit rangkaian arus searah pada sistem instrumentasi industri.
	4.9 Merakit rangkaian arus bolak balik pada sistem instrumentasi industri.

Rencana

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun ....
Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No.	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Catatan Perubahan
1.	Konfigurasi Multimeter				
2.	Fungsi Volt-meter				
3.	Fungsi Ohm-meter				
4.	Fungsi Ampere-meter				
5.	Fungsi Volt-meter				
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					

No.	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Catatan Perubahan
14.					
15.					

.........................., ...

Guru | Orangtua/Wali Siswa | Siswa

.... | .... | ....

Bab 1

KEGIATAN BELAJAR 1 :

KONFIGURASI MULTIMETER



.

a. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 1, siswa diharapkan mampu :

1) Mengetahui konfigurasi Multimeter, mampu memahami dan membuktikan kegunaan dari masing-masing perangkat yang terdapat pada Multimeter.
2) Mampu melakukan persiapan awal dalam bentuk ;
   a) sebelum Multimeter digunakan, melakukan peneraan angka nol dengan menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*),
   b) sebelum Multimeter digunakan untuk mengukur tahanan/resistan (resistance), melakukan peneraan angka nol dengan menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*),
3) Mampu mengatur saklar jangkauan ukur pada batas ukur (*range*) yang dibutuhkan.

b. Uraian Materi

Multimeter yang diuraikan pada buku ini adalah Multimeter Analog yang menggunakan kumparan putar untuk menggerakkan jarum penunjuk papan skala. Multimeter ini yang banyak dipakai karena harganya relatif terjangkau. Jika pada Multimeter Digital hasil pengukuran langsung dapat dibaca dalam bentuk angka yang tampil pada layar display, pada Multimeter analog hasil pengukuran dibaca lewat penunjukan jarum pada papan skala. Lihat gambar 1 dan gambar 2.

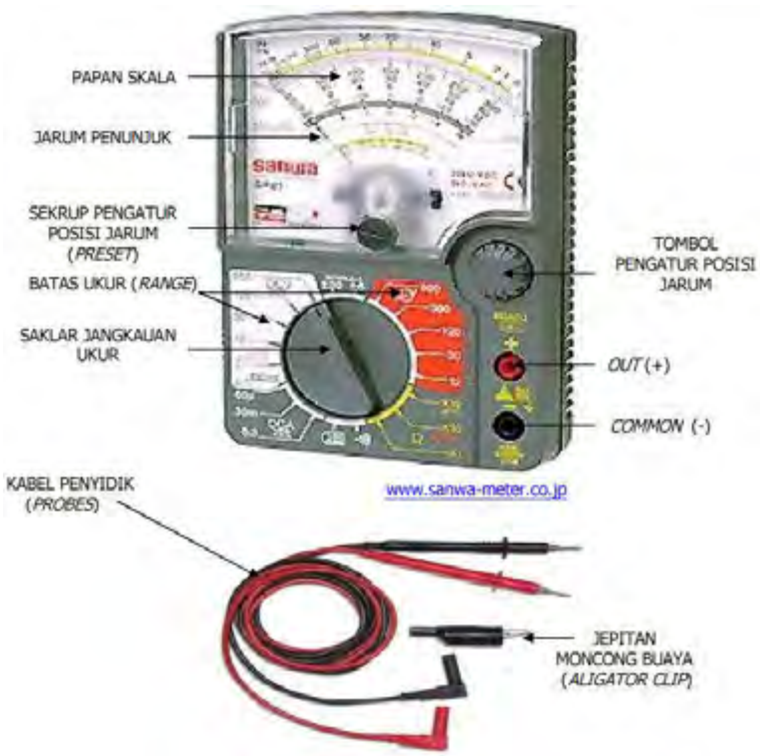




www.sanwa.com

Gambar 1. Multimeter Analog Gambar 2. Multimeter Digital

Konfigurasi Multimeter dan kontrol indikator yang terdapat pada sebuah Multimeter diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Multimeter

Papan Skala

Digunakan untuk membaca hasil pengukuran. Pada papan skala terdapat skala-skala; tahanan/resistan (resistance) dalam satuan Ohm (Ω), tegangan (ACV dan DCV), kuat arus (DCmA), dan skala-skala lainnya. Lihat gambar 4.



Gambar 4. Papan Skala

Saklar Jangkauan Ukur

Saklar Jangkauan Ukur : digunakan untuk menentukan posisi kerja Multimeter, dan batas ukur (range). Jika digunakan untuk mengukur nilai satuan tahanan (dalam Ω), saklar ditempatkan pada posisi Ω, demikian juga jika digunakan untuk mengukur tegangan (ACV-DCV), dan kuat arus (mA-μA). Satu hal yang perlu diingat, dalam mengukur tegangan listrik, posisi saklar harus berada pada batas ukur yang lebih tinggi dari tegangan yang akan diukur. Misal, tegangan yang akan diukur 220 ACV, saklar

harus berada pada posisi batas ukur 250 ACV. Demikian juga jika hendak mengukur DCV.

Sekrup Pengatur Posisi Jarum (preset)

Digunakan untuk menera jarum penunjuk pada angka nol (sebelah kiri papan skala).

Tombol Pengatur Jarum Pada Posisi Nol (Zero Adjustment)

Digunakan untuk menera jarum penunjuk pada angka nol sebelum Multimeter digunakan untuk mengukur nilai tahanan/resistan. Dalam praktek, kedua ujung kabel penyidik (probes) dipertemukan, tombol diputar untuk memosisikan jarum pada angka nol.

Lubang Kabel Penyidik

Tempat untuk menghubungkan kabel penyidik dengan Multimeter. Ditandai dengan tanda (+) atau out dan (-) atau common. Pada Multimeter yang lebih lengkap terdapat juga lubang untuk mengukur h_{fe} transistor (penguatan arus searah / DCmA oleh transistor berdasarkan fungsi dan jenisnya), dan lubang untuk mengukur kapasitas kapasitor.

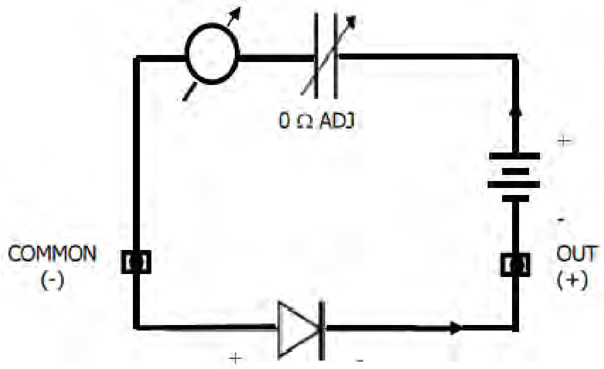
Batas Ukur (Range)

1. Batas Ukur (Range) Kuat Arus : biasanya terdiri dari angka-angka; 0,25 – 25 – 500 mA. Untuk batas ukur (range) 0,25, kuat arus yang dapat diukur berkisar dari 0 – 0,25 mA. Untuk batas ukur (range) 25, kuat arus yang dapat diukur berkisar dari 0 – 25 mA. Untuk batas ukur (range) 500, kuat arus yang dapat diukur berkisar dari 0 – 500 mA.

2. Batas Ukur (Range) Tegangan (ACV-DCV) : terdiri dari angka; 10 – 50 – 250 – 500 – 1000 ACV/DCV. Batas ukur (range) 10, berarti tegangan maksimal yang dapat diukur adalah 10 Volt. Batas ukur (range) 50, berarti tegangan maksimal yang dapat diukur adalah 50 Volt, demikian seterusnya.
3. Batas Ukur (Range) Ohm : terdiri dari angka; x1, x10 dan kilo Ohm (kΩ). Untuk batas ukur (range) x1, semua hasil pengukuran dapat langsung dibaca pada papan skala (pada satuan Ω). Untuk batas ukur (range) x10, semua hasil pengukuran dibaca pada papan skala dan dikali dengan 10 (pada satuan Ω). Untuk batas ukur (range) kilo Ohm (kΩ), semua hasil pengukuran dapat langsung dibaca pada papan skala (pada satuan kΩ), Untuk batas ukur (range) x10k (10kΩ), semua hasil pengukuran dibaca pada papan skala dan dikali dengan 10kΩ.

Baterai

Pada Multimeter dipakai baterai kering (*dry cell*) tipe UM-3, digunakan untuk mencatu/mengalirkan arus ke kumparan putar pada saat Multimeter digunakan untuk mengukur komponen (minus komponen terintegrasi/*Integrated Circuit/*IC). Baterai dihubungkan secara seri dengan lubang kabel penyidik/*probes* (+/*out*) dimana kutub negatip baterai dihubungkan dengan terminal positip dari lubang kabel penyidik. Lihat gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian baterai pencatu *circuit*.

Kriteria Multimeter

1. Kekhususan kepekaan, ditentukan oleh tahanan/resistan (*resistance*) dibagi dengan tegangan, misalnya 20 kΩ/v untuk DCV dan 8 kΩ/v untuk ACV. (20 kΩ/v → I = E/R = 1/20.000 = ½ x 10- 4 A = 0,05mA = 50 μA). Multimeter menggunakan arus sebesar 50 mikro-Ampere (50 μA) untuk alat pengukur (meter) dan akan menarik arus maksimal 50 μA dari rangkaian yang diukur.
2. Fungsi tambahannya sebagai penguji (*tester*) transistor untuk menentukan hfe transistor (kemampuan transistor menguatkan arus listrik searah sampai beberapa kali), penguji dioda, dan kapasitas kapasitor dalam hubungannya dengan pekerjaan perbaikan (*repair*) alat-alat elektronik.

Simbol-simbol

Untuk mempermudah pembelajaran, pengukur tegangan (Voltmeter), pengukur kuat arus (Ampere-meter), dan pengukur nilai tahanan /*resistance* (Ohm-meter) ditampilkan dengan simbol-simbol seperti yang terdapat pada gambar 6.



Gambar 6. Simbol Alat Ukur

Langkah-langkah menggunakan Multimeter

1. Baca dengan teliti buku petunjuk penggunaan (manual instruction) Multimeter yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya.
2. Multimeter adalah alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan (Multimeter sebagai Volt-meter), mengukur Arus (Multimeter sebagai Ampere-meter), mengukur Resistans/Tahanan (Multimeter sebagai Ohm-meter).
3. Sebelum dan sesudah Multimeter digunakan, posisi saklar jangkauan ukur harus selalu berada pada posisi ACV dengan batas ukur (range) 250ACV atau lebih.
4. Kabel penyidik (probes) Multimeter selalu berwarna merah dan hitam. Masukkanlah kabel yang berwarna merah ke lubang penyidik yang bertanda (+) atau out, dan kabel yang berwarna hitam ke lubang penyidik yang bertanda (-) atau common.
5. Pada saat akan melakukan pengukuran dengan Perhatikan apakah jarum penunjuk sudah berada pada posisi angka nol. Jika belum lakukanlah peneraan dengan cara memutar sekrup pengatur posisi jarum (preset) dengan obeng minus (-).
6. Posisi saklar jangkauan ukur harus pada posisi yang sesuai dengan besaran yang akan diukur. Jika akan mengukur tegangan listrik bolak balik (ACV) letakkan saklar pada posisi batas ukur (*range*) yang lebih tinggi dari tegangan yang akan diukur. Jika mengukur tegangan bolak balik 220V/220 ACV, letakkan saklar pada posisi batas ukur (range) 250 ACV. Hal yang sama juga berlaku untuk pengukuran tegangan listrik searah (DCV), kuat arus (DCmA-DCμA), dan tahanan/resistan (*resistance*).
7. Pada pengukuran DCV, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada kutub positip, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kutub negatip dari tegangan yang akan diukur.
8. Jangan sekali-kali mengukur kuat arus listrik, kecuali kita sudah dapat memperkirakan besarnya kuat arus yang mengalir.
9. Untuk mengukur tahanan/resistan (*resistance*) , letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (*range*) Ω atau kΩ (kilo Ohm), pertemukan ujung kedua kabel penyidik (*probes*), tera jarum penunjuk agar berada pada posisi angka nol dengan cara memutar-mutar tombol pengatur jarum pada posisi angka nol (*zero adjustment*).
10. Berhati-hatilah jika akan mengukur tegangan listrik setinggi 220 ACV.

EKSPLORASI

Setelah mengamati contoh konfigurasi multimeter diatas, siswa diberikan tugas untuk mengeksplorasi konfigurasi multimeter yang lainnya.

c. Tugas

Untuk lebih mendalami dan lebih menguasai uraian materi 1 pada modul ini, sudi kiranya Anda melakukan tugas berikut :

1) Buatlah kelompok belajar, masing-masing kelompok maksimum 4 orang.
2) Kunjungilah bengkel elektronika/toko penjual alat-alat ukur elektronik yang ada di kota Anda (minimal 5).
3) Menggunakan contoh format berikut, catatlah tipe dan jenis Multimeter yang ada di bengkel/toko tersebut berikut perangkat yang terdapat pada konfigurasi Multimeter.
4) Untuk validasi penilaian, lembar format harus berisi tanda tangan petugas dan stempel bengkel/toko.
5) Menggunakan mesin pencari www.google.co.id di internet, carilah gambar Multimeter merk lain berikut petunjuk penggunaan (manual instruction) nya.
6) Diskusikan, buatlah kesimpulan, dan serahkan serahkan pada Guru untuk memperoleh penilaian.

Catatan untuk Guru. Tugas ini termasuk penilaian fortofolio.

Nama Kelompok :

<table>
<tr><th rowspan="2">No.</th><th rowspan="2">Nama Bengkel/Toko (cap stempel)</th><th colspan="3">Multimeter</th><th rowspan="2">Perangkat yang ada pada Multimeter</th></tr>
<tr><th>Jenis</th><th>Type</th><th>Kepekaan</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1.</td><td rowspan="3">Arsi Electronic</td><td>Analog</td><td>SP10D</td><td>20k/v*</td><td>1. Volt-meter
2. Ohm-meter
3. ....</td></tr>
<tr><td>Analog</td><td>CX 505</td><td></td><td>1. H_{fe} meter
2. ....
3. ....</td></tr>
<tr><td>Digital</td><td>PC 5000</td><td></td><td>1. ....
2. ....
3. ....</td></tr>
</table>

** Kepekaan Multimeter dapat dilihat pada papan skala atau buku manual.*

d. Tes Formatif

Berilah tanda silang pada butir; a, b, c, d, atau e untuk pernyataan yang Anda anggap benar (bobot nilai = 1) !

1) Multimeter adalah piranti ukur yang dapat digunakan untuk mengukur :
   a) Tegangan listrik.
   b) Kuat arus listrik.
   c) Tegangan listrik dan kuat arus listrik.
   d) Tegangan listrik, kuat arus listrik, tahanan/resistan (resistance) listrik.

e) Tegangan listrik, kuat arus listrik, tahanan/resistan (resistance) listrik, dan tahanan/resistan (resistance) listrik yang terdapat pada komponen pasif dan aktif.

2) Besaran listrik terdiri dari :
   a) Tegangan (dalam satuan Volt), kuat arus (dalam satuan Ampere) tahanan/resistan (dalam satuan Ohm).
   b) Tegangan, kuat arus, tahanan/resistan (resistance) , kapasitas kapasitor.
   c) Tegangan dan kuat arus.
   d) Tegangan, kuat arus, tahanan/resistan (resistance) dan desibel.

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas (bobot nilai 1).

1) Saklar jangkauan ukur pada posisi DCV, kedua ujung kabel penyidik (probes) dipertemukan, jarum penunjuk papan skala tidak bergerak, kenapa?
2) Buktikan bahwa baterai tipe UM-3 yang ada di bagian dalam Multimeter disambung secara seri dengan lubang kabel penyidik (probes).
3) Bagaimana seharusnya posisi saklar jangkauan ukur dan batas ukur (range) jika kita ingin mengukur besaran listrik.
4) Apa yang terjadi jika batas ukur (range) yang digunakan tidak sesuai dengan besaran listrik yang akan diukur.
5) Pada papan skala terdapat.
6) Buktikan bahwa pada Multimeter dengan kriteria kepekaan 20k/v akan menarik arus sebesar 50 mikro-Ampere (50 μA) untuk alat pengukur (meter) dan akan menarik arus maksimal 50 μA dari rangkaian yang diukur.

e. Lembar Kerja

Kegunaan Multimeter

A. Pendahuluan

Lembar kerja ini berisi langkah-langkah praktek bagaimana memahami dan membuktikan kegunaan perangkat yang ada pada sebuah Multimeter, berikut pemanfaatannya untuk mengukur besaran-besaran listrik. Jika Anda dapat melakukan langkah-langkah kerja dengan benar, itu berarti Anda sudah memiliki kemampuan menggunakan Multimeter dengan baik dan benar.

Satu hal yang perlu diingat, utamakan keselamatan diri Anda dan keselamatan alat. Baca kembali persiapan awal yang ada pada modul ini. Konsultasikan selalu dengan Guru apa-apa yang belum Anda fahami dengan benar.

B. Alat dan bahan

1. Multimeter analog dengan kepekaan pengukuran 20k/v atau lebih.
2. Kabel penyidik (probes).

C. Langkah Kerja

1. Buatlah kelompok belajar (empat orang atau lebih dalam satu kelompok, disesuaikan dengan ketersediaan alat ukur Multimeter).

2. Catatlah perangkat-perangkat yang terdapat pada Multimeter tersebut bandingkan dengan konfigurasi Multimeter seperti yang terdapat pada modul ini.
3. Perhatikan papan skala dari Multimeter, catatlah apa saja yang terdapat pada papan skala.
4. Perhatikan, apakah jarum penunjuk pada papan skala sudah berada pada posisi angka nol? Jika belum, posisikan jarum dengan memutar sekrup pengatur posisi jarum (preset) dengan menggunakan obeng minus (-).
5. Gerakkan saklar jangkauan ukur, letakkan pada posisi batas ukur (range) yang bertanda ; ACV, DCV, DCmA, dan Ω.
6. Masukkan kabel penyidik (probes) yang berwarna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda (+) atau out, dan yang berwarna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda (-) atau common.
7. Letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) ACV, pertemukan kedua ujung kabel penyidik (probes), bagaimana posisi jarum penunjuk pada papan skala. Catatlah.
8. Letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) DCV, pertemukan kedua ujung kabel penyidik (probes), bagaimana posisi jarum penunjuk pada papan skala. Catatlah.
9. Letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) DCmA, pertemukan kedua ujung kabel penyidik (probes), bagaimana posisi jarum penunjuk pada papan skala. Catatlah.
10. Letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) Ohm (Ω) pada posisi x1, pertemukan kedua ujung kabel penyidik (probes), bagaimana posisi jarum penunjuk pada papan skala. Gunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero

adjustment) untuk memosisikan jarum pada angka nol. Catatlah.

11. Letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) Ohm (Ω) pada posisi x10, pertemukan kedua ujung kabel penyidik (probes), bagaimana posisi jarum penunjuk pada papan skala. Gunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment) untuk memosisikan jarum pada angka nol. Catatlah.
12. Letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) Ohm (Ω) pada posisi kΩ, pertemukan kedua ujung kabel penyidik (probes), bagaimana posisi jarum penunjuk pada papan skala. Gunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment) untuk memosisikan jarum pada angka nol. Catatlah.
13. Bandingkan kondisi jarum penunjuk papan skala pada langkah 7, 8, dan 9 dengan dengan kondisi jarum pada langkah 10, 11, 12. Analisis, dan diskusikan dengan teman Anda. Tulislah kesimpulan dari hasil analisis dan diskusi pada selembar kertas dan mintalah pendapat Guru Anda.
14. Selamat bekerja, semoga berhasil.

D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

KEGIATAN BELAJAR 2 :

FUNGSI VOLT-METER



A. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 2, siswa diharapkan mampu :

1) Menggunakan Multimeter untuk melakukan pengukuran Tegangan Arus Bolak balik (Alternating Current Voltage/ACV) dan Tegangan Arus Searah (Direct Current Voltage/DCV) dengan baik sesuai dengan standar prosedur operasi.
2) Melakukan persiapan awal dalam bentuk ;
   a) sebelum Multimeter digunakan, melakukan peneraan angka nol dengan menggunakan sekrup pengatur jarum,
   b) memperkirakan tinggi tegangan yang akan diukur.
3) Mampu mengatur saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) yang dibutuhkan.

B. Uraian Materi

Salah satu fungsi Multimeter adalah kegunaannya sebagai Volt-meter dalam mengukur tegangan listrik, baik Tegangan Arus Searah/*Direct Current Voltage* (DCV), maupun Tegangan Arus Bolak Balik/*Alternating Current Voltage* (ACV).

Pada Multimeter analog, hasil pengukuran tegangan dibaca pada papan skala tegangan (ACV-DCV). Kemampuan mengukur tegangan dari

Multimeter tergantung spesifikasi Multimeter dan batas ukur (range) yang dimiliki oleh saklar jangkauan ukur. Multimeter analog tipe CX506 merk SANWA memiliki batas ukur tegangan (ACV-DCV); 3V/12V/30V/120V/300V/1200V/30kV. (Khusus untuk pengukuran tegangan 30 kilo Volt harus menggunakan kabel penyidik/*probes* "HV 50").

Pada Multimeter analog tipe CX506, batas ukur (*range*) terendah adalah 3 Volt, dengan demikian, jika batas ukur (*range*) diletakkan pada posisi 3 DCV Multimeter mampu mengukur tegangan dari baterai kering/dry cell (dengan tinggi tegangan 1,5V) lebih akurat ketimbang pada batas ukur (range) 10 DCV. Multimeter analog tipe SP 10D merk SANWA atau yang sejenis, memiliki batas ukur (range) tegangan (ACV-DC); 10V/50V/250V/500V/1000V.

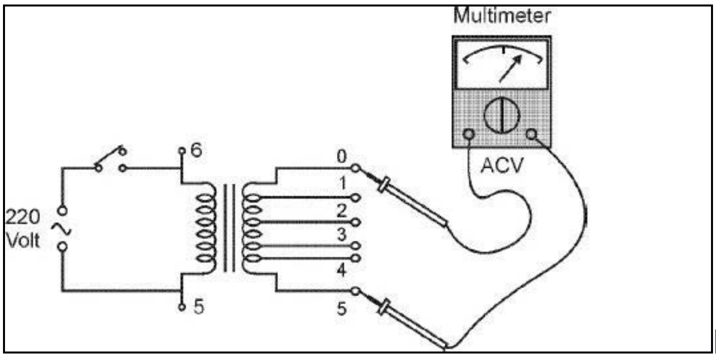
EKSPLORASI

Setelah mengamati contoh fungsi Volt-meter diatas, siswa diberikan tugas untuk mengeksplorasi fungsi Volt-meter untuk mengukur tegangan yang lainnya.

Hal yang perlu diperhatikan dalam mengukur tegangan adalah posisi saklar jangkauan ukur dan batas ukur (*range*). Jika akan mengukur 220 ACV, saklar jangkauan ukur harus berada pada posisi ACV, dan batas ukur (*range*) pada angka 250 ACV. Hal yang sama berlaku untuk pengukuran tegangan DC (DCV). Tak kalah penting untuk diperhatikan adalah faktor keselamatan. Perhatikan apakah isolasi pembungkus kabel penyidik (*probes*). Apakah ada yang terkelupas?

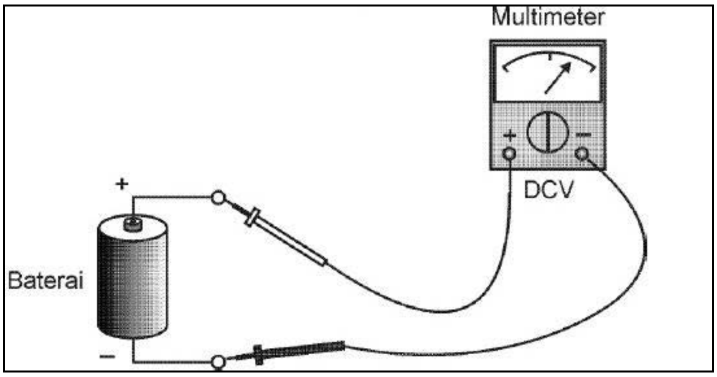
Dalam mengukur DCV, posisi kabel penyidik (*probes*) warna merah (+/*out*) diletakkan pada titik positip (+) dari sumber tegangan yang akan

diukur, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-/common) diletakkan pada titik negatip (-). Untuk mengukur Tegangan Arus Bolak Balik (ACV) posisi kabel penyidik (*probes*) boleh bolak balik, karena pada ACV setiap detik terjadi 50 x perubahan kutub positip menjadi kutub negatip dan sebaliknya. Lihat gambar 7 dan 8.



http://pustakafisika.wordpress.com

Gambar 7. Mengukur Tegangan Listrik Arus Bolak-balik (ACV)



http://pustakafisika.wordpress.com

Gambar 8. Mengukur Tegangan Listrik Arus Searah (DCV)

C. Tugas

Untuk lebih mendalami dan lebih menguasai uraian materi 1 pada modul ini, sudi kiranya Anda melakukan tugas berikut :

1) Buatlah kelompok belajar, masing-masing kelompok maksimum 4 orang.
2) Kumpulkan baterai kering (dry cell) bekas tipe UM-1 sebanyak 5 buah, jika mungkin catatlah kira-kira berapa lama baterai telah digunakan.
3) Sediakan baterai kering (dry cell) baru tipe UM-1 sebanyak 2 buah.
4) Ukurlah tegangan baterai yang lama dan yang baru, catat hasilnya pada tabel berikut.

Tabel

No.	Baterai	Hasil Pengukuran (Volt)	Keterangan
1.	Baterai baru pertama		
2.	Baterai baru kedua		
3.	Baterai lama pertama		
4.	Baterai lama kedua		
5.	Baterai lama ketiga		
6.	Baterai lama keempat		
7.	Baterai lama kelima		

5) Ukurlah Tegangan Listrik Arus Bolak Balik (ACV) pada jaringan listrik dari jaringan (jala-jala) PLN yang ada di sekolah Anda. Catatlah hasilnya.
6) Konsultasikan pada Guru untuk memperoleh penilaian.

D. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan teratur, ringkas dan jelas. (Bobot nilai 2,5) !

1) Dengan Multimeter yang memiliki batas ukur (range); 10-50-250-500, dan 1000 DCV/ACV, Anda ditugaskan mengukur tegangan listrik bolak-balik pada jala/jaringan listrik dari PLN yang ada di sekolah Anda. Langkahlangkah pengukuran yang harus Anda lakukan adalah.
2) Dengan alat yang sama seperti pada butir 1, Anda ditugaskan mengukur ACV 9 Volt yang dihasilkan oleh gulungan skunder dari sebuah transformator penyesuai tegangan (transformator adaptor). Uraikan langkah-langkah pengukuran yang Anda lakukan.
3) Masih dengan alat yang sama seperti pada butir 1, Anda ditugaskan mengukur DCV 6 Volt yang dihasilkan oleh sebuah catu daya (power supply). Langkah-langkah pengukuran yang harus Anda lakukan adalah.
4) Dengan alat yang sama seperti pada butir 1, Anda ditugaskan mengukur tegangan pada sebuah baterai kering (dry cell) tipe UM-1. Langkah-langkah pengukuran yang harus Anda lakukan adalah.

E. Lembar Kerja

Mengukur Tegangan Listrik

A. Pendahuluan

Lembar kerja ini berisi langkah-langkah praktek bagaimana memahami dan membuktikan kegunaan Multimeter sebagai Volt-meter untuk mengukur tegangan listrik.

Jika Anda dapat melakukan langkah-langkah kerja dengan benar, itu berarti Anda sudah memiliki kemampuan menggunakan Multimeter dengan baik dan benar.

Satu hal yang perlu diingat, utamakan keselamatan diri Anda dan keselamatan alat. Baca kembali persiapan awal yang ada pada modul ini. Konsultasikan selalu dengan Guru apa-apa yang belum Anda fahami dengan benar.

B. Alat dan bahan

✓ **Alat**

1. Multimeter analog dengan kepekaan pengukuran 20k/v atau lebih.
2. Kabel penyidik (probes).

✓ **Bahan**

1. Baterai kering (dry cell) tipe UM-1.
2. Stop kontak portabel yang tersambung dengan jaringan listrik PLN.
3. Catu daya dengan terminal output : 0-6-9-12 DCV.
4. Transformator adaptor dengan output : 0-6-9-12 ACV.

C. Langkah kerja.

1. Buatlah kelompok belajar (empat orang atau lebih dalam satu kelompok, disesuaikan dengan ketersediaan alat ukur Multimeter).
2. Sambungkan kabel penyidik (probes) ke lubang kabel penyidik. Kabel penyidik (probes) yang berwarna merah di masukkan ke

lubang positip (output), dan kabel penyidik (probes) yang berwarna hitam di masukkan ke lubang negatip (common).

3. Letakkan saklar jangkauan ukur pada posisi batas ukur (range) 250 ACV.
4. Masukkan kedua ujung kabel penyidik (probes) ke terminal stopkontak yang tersambung dengan jaringan listrik PLN.
5. Bacalah hasil pengukuran pada skala 0-250 ACV.
6. Catatlahhasil pengukuran.
7. Letakkan saklar jangkauan ukur pada posisi batas ukur (range) 10 ACV.
8. Letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) ke terminal output 6 ACV dari skunder transformator.
9. Bacalah hasil pengukuran pada skala 0-10 ACV.
10. Catatlah hasil pengukuran.
11. Letakkan saklar jangkauan ukur pada posisi batas ukur (range) 10 ACV.
12. Letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) ke terminal output 9 ACV dari skunder transformator.
13. Bacalah hasil pengukuran pada skala 0-10 ACV.
14. Catatlah hasil pengukuran.
15. Letakkan saklar jangkauan ukur pada posisi batas ukur (range) 10 DCV.
16. Letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) ke kutub positip dan negatip baterai (ingat jangan terbalik).
17. Bacalah hasil pengukuran pada skala 0-10 DCV.
18. Catatlah hasil pengukuran.
19. Letakkan saklar jangkauan ukur pada posisi batas ukur (range) 10 DCV.

20. Letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) ke terminal positip dan terminal negatip output 6 DCV dari catu daya.
21. Bacalah hasil pengukuran pada skala 0-10 DCV.
22. Catatlah hasil pengukuran.
23. Letakkan saklar jangkauan ukur pada posisi batas ukur (range) 10 DCV.
24. Letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) ke terminal positip dan terminal negatip output 9 DCV dari catu daya.
25. Bacalah hasil pengukuran pada skala 0-10 DCV.
26. Catatlah hasil pengukuran

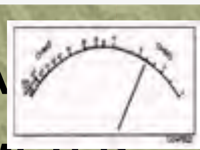
Catatan : membaca hasil pengukuran untuk tegangan di atas 250 Volt adalah sebagai berikut;

1. Untuk batas ukur (range) 500 Volt (AC maupun DC), pembacaan dilakukan pada skala 0-50, hasil pengukuran dikali dengan bilangan 10. Jarum pada papan skala menunjuk angka 40, hasil pengukuran = 400 Volt.
2. Untuk batas ukur (range) 1000 Volt (AC maupun DC) pembacaan dilakukan pada skala 0-10, hasil pengukuran dikali dengan bilangan 100.

D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

KEGIATAN BELA



FUNGSI OHM-METER

a. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 3, siswa diharapkan mampu :

1) Mampu menggunakan Multimeter sebagai Ohm-meter untuk melakukan pengukuran terhadap tahanan/resistan (resistance) yang terdapat pada komponen elektronik di luar rangkaian dengan baik sesuai dengan standar prosedur operasi.
2) Mampu melakukan persiapan awal dalam bentuk ;
    a) sebelum Multimeter digunakan, melakukan peneraan angka nol dengan menggunakan sekrup pengatur jarum,
    b) memperkirakan besarnya nilai tahanan/resistan (resistance) yang akan diukur.
3) Mampu mengatur saklar jangkauan ukur pada batas ukur (range) yang dibutuhkan.

b. Uraian Materi

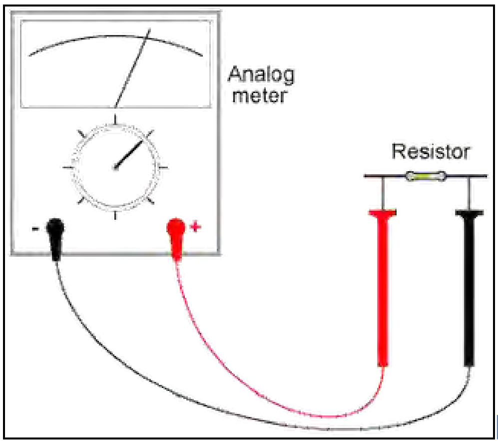
Ohm-meter untuk berfungsi mengukur tahanan/resistan (*resistance*). Di dalam tehnik elektronika, tahanan/resistan (*resistance*) mengandung dua pengertian, Pertama, tahanan (*resistance*) sebagai sebuah nama untuk salah satu komponen elektronika yaitu resistan atau resistor, dan Kedua, perlawanan yang diberikan oleh bahan penghantar (konduktor) dan/atau

bahan setengah penghantar (semikonduktor) yang terdapat dalam komponen elektronik terhadap arus listrik searah yang mengalir. Kedua-duanya memiliki satuan yang dinyatakan dalam Ohm (Ω).

Berdasarkan butir kedua, kita dapat mengatakan bahwa : pada komponen elektronika yang terbuat dari bahan penghantar (konduktor) seperti; resistor, kapasitor, transformator, dan gulungan (*coil*) dan bahan setengah penghantar (semikonduktor), seperti; transistor, dioda, terdapat tahanan/resistan (*resistance*).

Melalui pengukuran nilai tahanan/resistan (*resistance*) yang terdapat pada komponen yang berada di luar rangkaian, kita dapat mengetahui apakah sebuah komponen masih dapat berfungsi dengan baik dan masih dapat digunakan atau sudah rusak.

Pada Multimeter Digital, hasil pengukuran dapat dibaca langsung pada layar display, pada Multimeter Analog, hasil pengukuran tahanan/resistan (*resistance*) dibaca pada papan skala Ohm (Ω-kΩ). Lihat gambar 9.



http://kuntorothree.blogspot.com

Gambar 9 . Mengukur Tahanan (*Resistance*)
R = Tahanan/Resistan (*Resistance*)

Untuk mengukur nilai tahanan /resistan (*resistance*), saklar jangkauan ukur berada pada posisi Ω (Ohm). Batas ukur (range) x1, x10, dan xkΩ. Batas ukur (*range*) untuk Ohm-meter dari Multimeter bervariasi, tergantung tipe dan merk Multimeter. Sebagai contoh, Multimeter merk

Sanwa tipe SP10D memiliki batas ukur (range) x1, x10, dan xkΩ. Multimeter merk Protek A803 memiliki batas ukur (range) x1, x10, x100, xkΩ, dan x10kΩ.

Mengukur komponen dengan Ohm-meter

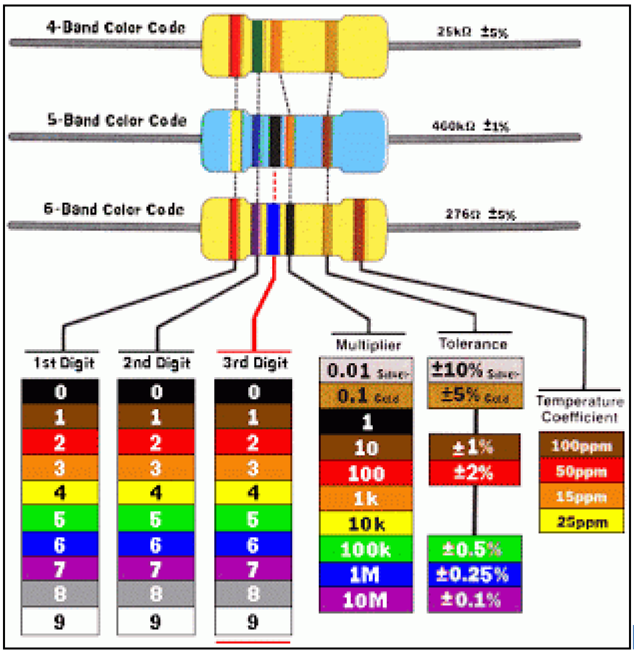
1. Mengukur resistor

Resistor adalah suatu komponen yang banyak dipakai di dalam rangkaian kompo input (vi). Kemampuan resistor membatasi kecilnya nilai satuan Ohm (Ω) yang dimiliki elektronika. Fungsi utamanya adalah membatasi (*restrict*) aliran arus listrik. Fungsi lainnya sebagai Resistor (R) pembagi tegangan (*voltage divider*), yang menghasilkan tegangan panjar maju (*forward bias*) dan tegangan panjar mundur (*reverse bias*), sebagai pembangkit potensial output (vo), dan potensial.

Merujuk pada hukum Ohm : I = V/R, semakin besar nilai tahanan/resistan (R), semakin kecil arus (I) yang dapat mengalir.

Besar kecilnya nilai satuan Ohm yang dimiliki oleh resistor dapat dihitung dengan melihat pita (*band*) warna yang terdapat pada badan resistor. Mengikuti gambar 10, jika pita pertama berwarna kuning, pita kedua berwarna ungu, pita ketiga berwarna coklat, pita keempat berwarna emas, nilai satuan Ohm dari resistor tersebut adalah 47 x 101 = 470 dengan toleransi 5%.

Harap diingat, warna kuning menunjukkan angka 4, warna ungu menunjukkan angka 7, warna coklat menunjukkan angka 1, dengan demikian faktor pengali = 101 , jika pita ketiga berwarna merah, faktor pengali = 102 , demikian seterusnya. (Lihat kembali modul tentang komponen elektronika). Untuk lebih jelas, pelajari gambar 10.

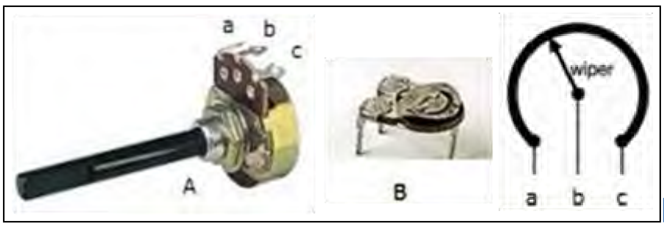


http://ibnu-tkj.blogspot.com

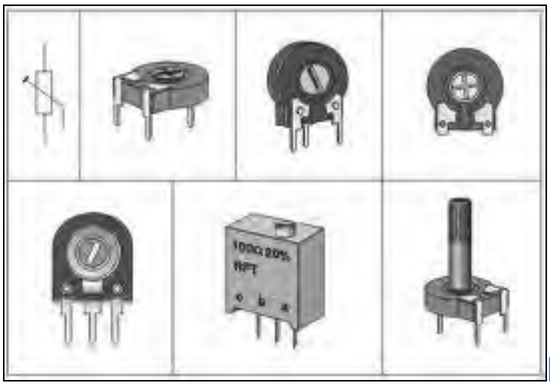
Gambar 10. Nilai Ohm Resistor Berdasar Pita Warna

2. Mengukur Variabel Resistor

Variabel resistor adalah resistor yang dapat berubah nilai satuan Ohm-nya dengan cara memutar-mutar tuas pemutar atau sekrup yang menggerakkan kontak geser/penyapu (*wiper*) yang terdapat di dalam resistor tersebut. Lihat gambar 11.



http://seventeen-swords.blogspot.com

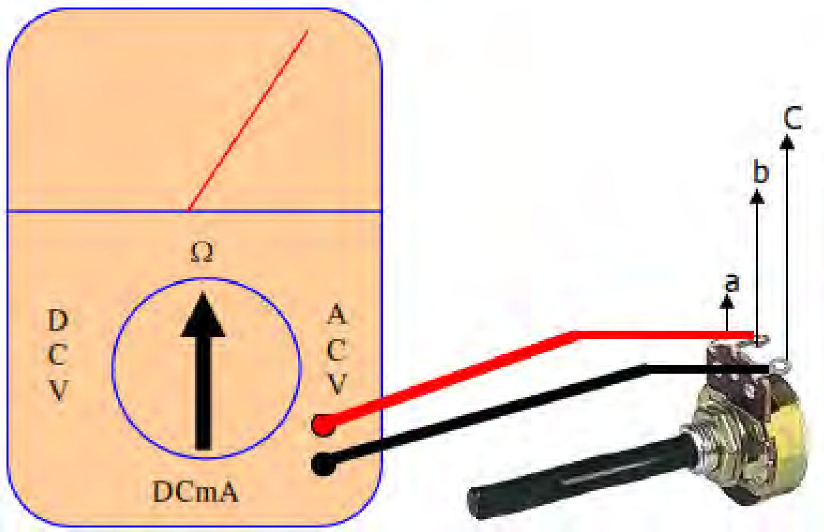


http://doyock-online.blogspot.com

Gambar 11. Variable Resistor

Variabel resistor yang memiliki tuas pemutar biasanya disebut potensio meter (*potentiometer*), dan yang memiliki sekrup pengatur disebut preset atau trimpot.

Mengukur nilai satuan Ohm dari variabel resistor dengan Multimeter adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 12. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω, batas ukur (range) berada pada posisi x1, x10 atau kΩ, sesuai kebutuhan.



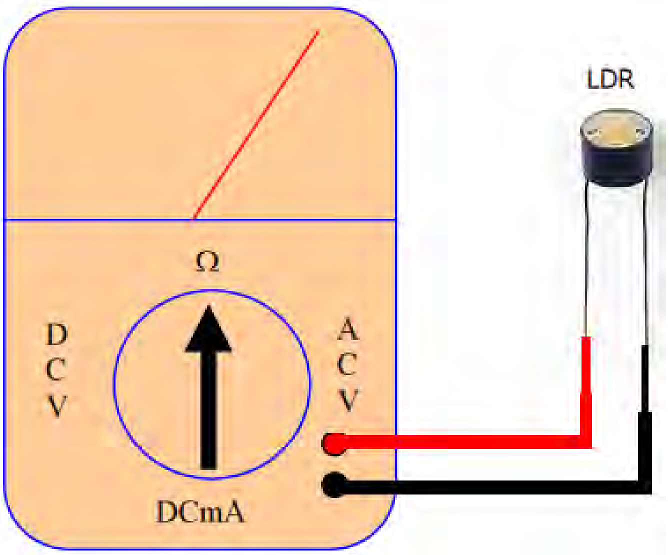
http://seventeen-swords.blogspot.com

Gambar 12. Mengukur Variable Resistor

1. Mengukur Resistor Peka Cahaya/*Light Dependence Resistor* (LDR)

Resistor Peka Cahaya/*Light Dependence Resistor* (LDR) adalah sebuah resistor yang berfungsi sebagai input transducer (sensor) dimana nilai satuan Ohm-nya dipengaruhi oleh cahaya yang jatuh di permukaan LDR tersebut.

Mengukur nilai satuan Ohm dari LDR dengan menggunakan Multimeter adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 13. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω, batas ukur (*range*) berada pada posisi x1, x10 atau kΩ, sesuai kebutuhan.



http://seventeen-swords.blogspot.com

Gambar 13. Mengukur Light Depence Resistor (LDR)

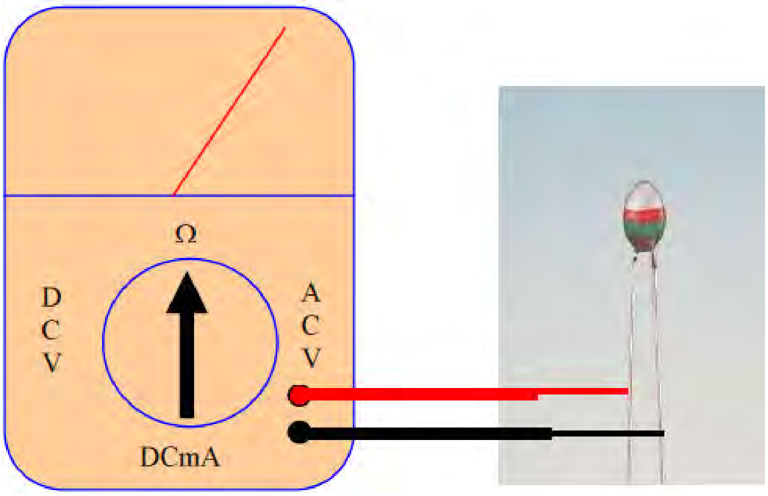
Sebagai acuan, ditempat gelap, nilai satuan Ohm dari LDR = 1MO (1 Mega Ohm/1000.000Ω). Ditempat terang nilai satuan Ohm dari LDR = 100Ω.

2. Mengukur *Thermistor*

Thermistor *(Thermally sensitive resistor*) adalah sebuah resistor yang dirancang khusus untuk peka terhadap suhu. Thermistor terbagi dalam dua jenis. Pertama, yang disebut dengan *Negative*

Temperature Coefficient Resistor (NTCR), jika mendapat panas, nilai satuan Ohm-nya berkurang, misal pada suhu 250 ^{O}C nilai satuan Ohm-nya = 47 kilo Ohm (47kΩ). Kedua, yang disebut dengan *Positive Temperature Coefficient Resistor* (PTCR), jika mendapat panas, nilai satuan Ohm-nya bertambah.

Mengukur nilai satuan Ohm dari thermistor dengan menggunakan Multimeter adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 14.



Gambar 14. Mengukur Thermistor

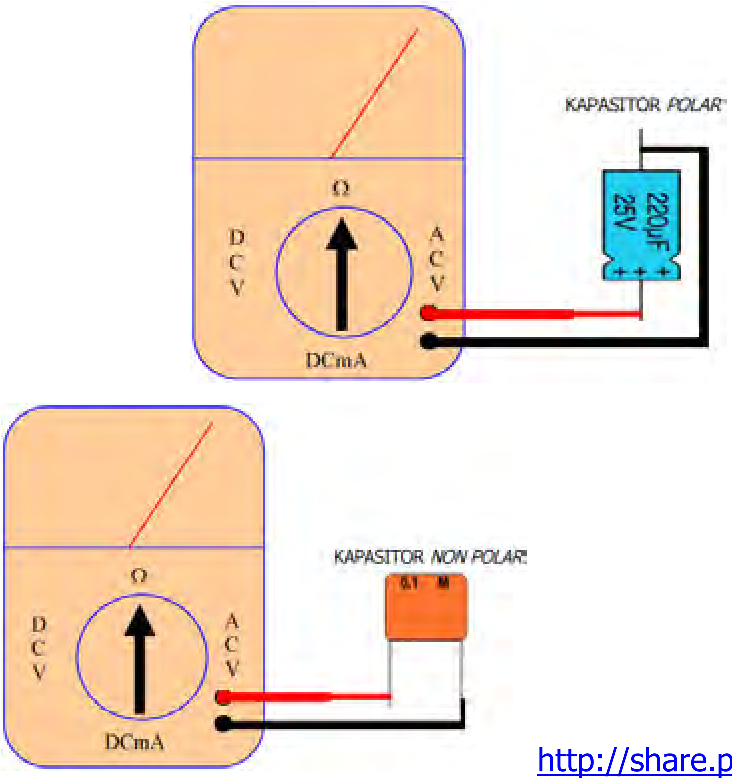
3. Mengukur Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronik yang dirancang untuk dapat menyimpan dan membuang Tegangan Arus Listrik Searah (*Direct Current Voltage*/DCV).

Kapasitor terbagi dalam dua jenis. Pertama, kapasitor yang memiliki kutub positip (+) dan negatip (-). Dalam teknik elektronika disebut kapasitor polar (*polarised capacitor*). Kedua, kapasitor yang tidak memiliki kutub positip (+) dan negatip (-). Disebut kapasitor non polar (*unpolarised capacitor*).

Hal penting yang perlu diperhatikan dalam mengukur kapasitor polar adalah ;

A. Kabel penyidik (probes) *positip* (+) yang berwarna merah diletakkan pada kaki kapasitor yang bertanda *positip* (+).
B. Kabel penyidik (probes) *negatip* (-) yang berwarna hitam diletakkan pada kaki kapasitor yang bertanda *negatip* (-).
C. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω, batas ukur (*range*) berada pada posisi x1, x10 atau kΩ, sesuai kebutuhan.
D. Untuk kapasitor non polar (*unpolarised*) kedua kabel penyidik (*probes*) dapat diletakkan secara sembarang (acak) ke kaki kapasitor. Lihat gambar 15.

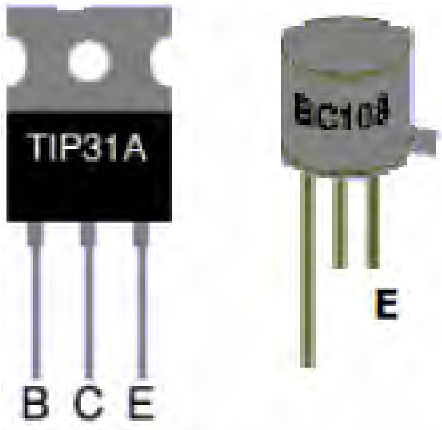


http://share.pdfonline.com

Gambar 15. Mengukur Kapasitor

4. Mengukur Transistor

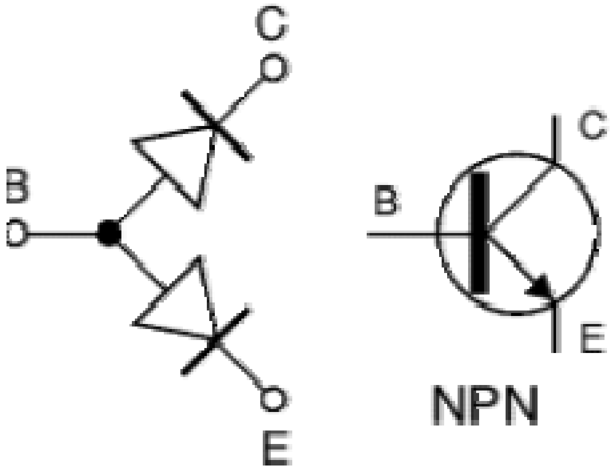
Transistor adalah komponen elektronik yang dirancang sebagai penguat arus, karenanya transistor disebut juga piranti (*device*) yang menangani arus (*current handling device*). Lihat gambar 16.



Gambar 16. Transistor

Dilihat dari tipenya, transistor terbagi dua, yaitu tipe PNP (*Positip-Negatip- Positip*) dan tipe NPN (*Negatip-Positip-Negatip*). Saluran masuk (*leads*) ke transistor (lazimnya disebut kaki transistor) dinamai dengan : Basis (*Base*), Kolektor (*Collector*), dan Emitor (*Emitter*).

Transistor pada dasarnya adalah dua buah dioda yang disambung secara berbalikan. Dioda yang pertama dibentuk oleh Emitor-Basis, dioda yang kedua dibentuk oleh Basis-Kolektor. Pada transistor tipe PNP, Emitor dan Kolektor berfungsi sebagai Anoda (+) terhadap Basis, sementara Basis berfungsi sebagai Katoda (-) terhadap Emitor dan Emitor. Pada transistor tipe NPN, Basis berfungsi sebagai Anoda (+) terhadap Emitor dan Kolektor, sementara Emitor dan Kolektor berfungsi sebagai Katoda (-) terhadap Basis. Cermati gambar 17 dengan seksama.



Gambar 17. Konfigurasi dan Simbol Transistor

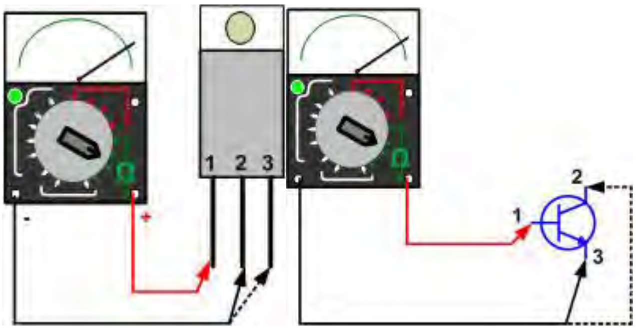
Konsep dioda pada transistor penting untuk dipahami dengan baik, karena erat kaitannya dengan penggunaan Multimeter dalam mengukur nilai satuan Ohm dari transistor (baca kembali uraian materi tentang baterai pada Multimeter).

Hal yang perlu diingat ketika mengukur transistor dengan Multimeter adalah :

A. Pada transistor tipe PNP kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) selalu diletakkan pada kaki Basis, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan secara bergantian di kaki Emitor dan Kolektor.

B. Pada transistor tipe NPN kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) selalu diletakkan pada kaki Basis, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan secara bergantian di kaki Emitor dan Kolektor.

C. Saklar jangkauan ukur berada pada posisi Ohm (Ω) dan batas ukur (range) berada pada posisi x1, x10, atau x1kΩ, sesuai kebutuhan. Lihat gambar 18.

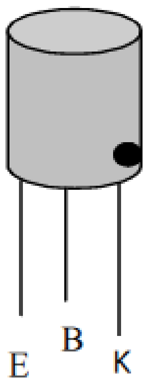


http://puteraelektro.blogspot.com

Gambar 18. Pengukuran Transistor

Kaki-kaki Emitor, Basis, dan Kolektor dari transistor dapat ditentukan dengan tiga cara :

A. Dengan melihat tanda pada badan (*case*) transistor. Beberapa pabrik transistor membuat bulatan warna hitam atau tanda lingkaran di atas kaki kolektor dari transistor yang berbentuk silinder. Lihat gambar 19.



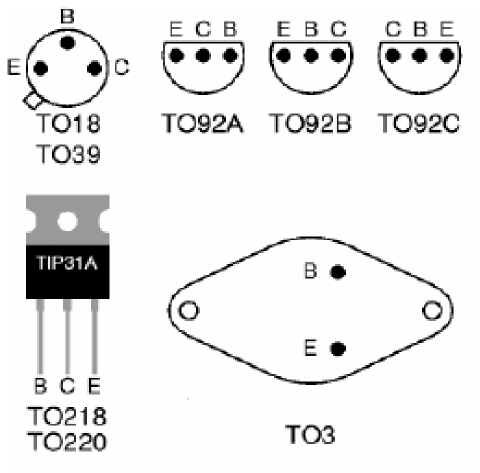
Gambar 19. Kaki Transistor bentuk Silinder

B. Dengan menggunakan katalog transistor yang dikeluarkanoleh pabrik pembuat transistor.

C. Dengan melihat sirip kecil yang menonjol keluar dari badan transistor. Lihat kembali gambar 16.

D. Dengan menggunakan Multimeter.

E. Untuk transistor daya (*power transistors*) badan transistor berfungsi sebagai kolektor. Lihat gambar 20.

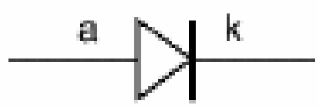


Gambar 20. Kaki-kaki Transistor dilihat dari bawah

5. Mengukur Dioda

Dioda adalah komponen elektronik yang memiliki dua elektroda yaitu; (1) Anoda (a), dan (2) Katoda (k). Mengikuti anak panah pada simbol dioda (gambar 21), arus listrik mengalir hanya satu arah yaitu dari Anoda ke Katoda.

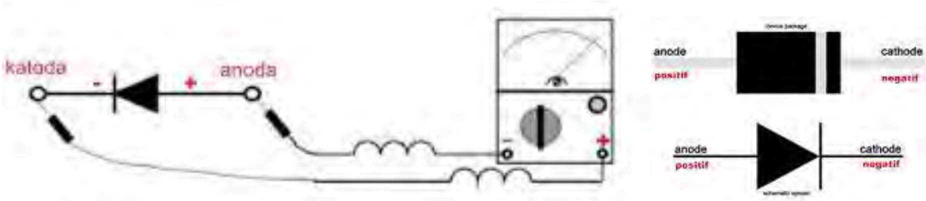
Arus listrik tidak akan mengalir dari Katoda ke Anoda. Hal yang perlu diingat ketika mengukur dioda dengan Multimeter adalah :



Gambar 21. Simbol Dioda

A. Kabel penyidik (probes) warna merah (+) diletakkan pada kaki Anoda, kabel penyidik (probes) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Katoda.

B. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ohm (Ω) dan batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, atau x1kΩ, sesuai kebutuhan. Lihat gambar 22.

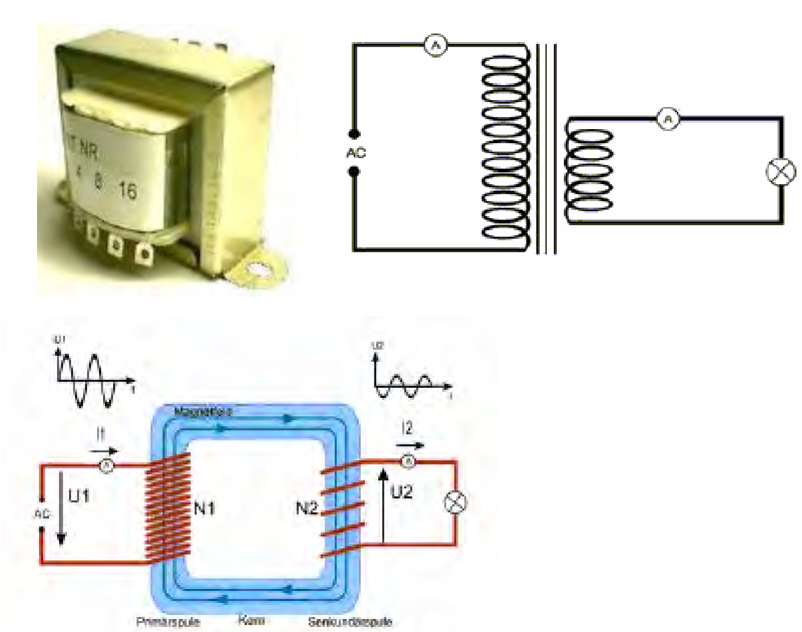


http://eblackfasterv1-1.blogspot.com

Gambar 22. Pengukuran Dioda

6. Mengukur Transformator.

Transformator adalah komponen elektronik yang dirancang untuk dapat memindahkan Tegangan Arus Listrik Bolak Balik/*Alternating Current Voltage* (ACV) dari gulungan primer (P) ke gulungan skunder (S) tanpa ada hubungan langsung antara kedua gulungan tersebut. Lihat gambar 23.



www.oldaradioworld.de

Gambar 23. Transformator

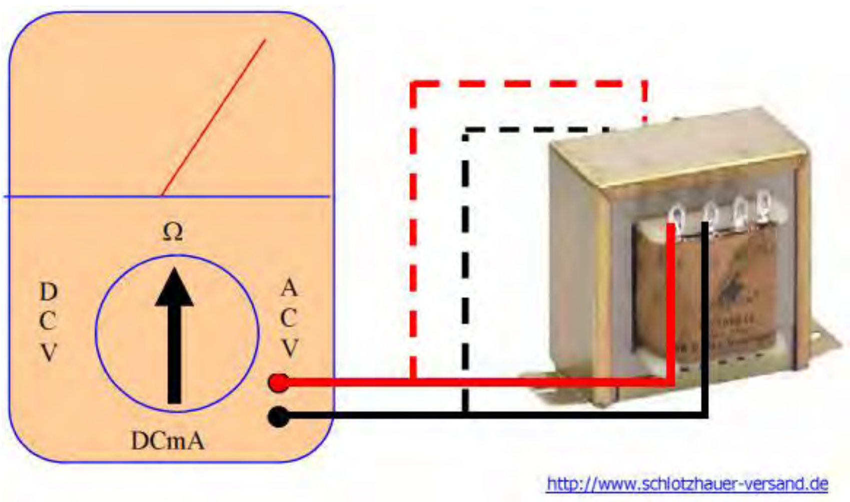
Sebuah transformator masih baik dan dapat digunakan, atau sudah rusak dapat dibuktikan dengan cara mengukurnya dengan Multimeter. Hal yang perlu diingat ketika menggunakan Multimeter untuk mengukur transformator adalah :

A. Kedua kabel penyidik (*probes*) diletakkan secara sembarang (acak) pada titik-titik terminal pada gulungan primer.

B. Kedua kabel penyidik (*probes*) diletakkan secara sembarang (acak) pada titik-titik terminal pada gulungan skunder.

C. Kedua kabel penyidik (*probes*) diletakkan secara sembarang (acak) pada titik terminal primer dan skunder.

D. Saklar jangkauan ukur pada posisi ·, batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10 atau kΩ sesuai kebutuhan. Lihat gambar 24.



Gambar 24. Mengukur Transformator

7. Mengukur Gulungan (Coil/Winding)

Gulungan atau Coil atau winding adalah komponen elektronik yang dirancang khusus untuk menghasilkan induksi maknit. Jika gulungan kawat dialiri arus, pada gulungan tersebut akan dihasilkan induksi maknit.

Dalam teknik elektronika, gulungan atau coil ini diterapkan di dalam pembuatan transformator dalam bentuk gulungan primer (P) dan skunder (S), namun ada juga yang dibuat terpisah untuk keperluan khusus. Lihat gambar 25.

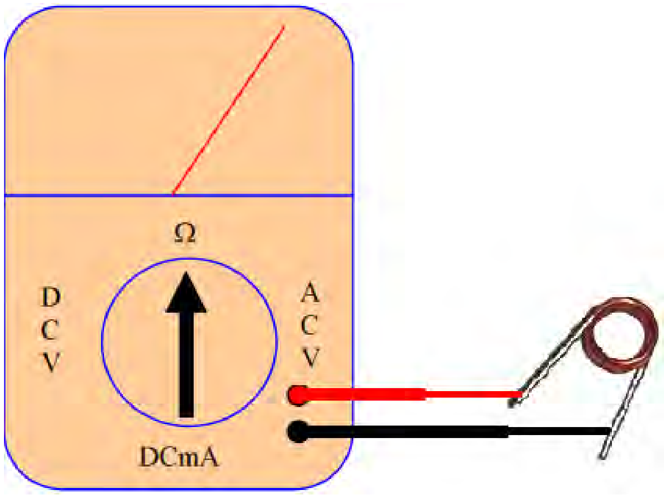


http://supriyatnos.blogspot.com

Gambar 25.
Berbagai jenis Gulungan (Coil/Winding) untuk berbagai keperluan

Kondisi sebuah gulungan (*coil/winding*), apakah masih baik dan dapat digunakan, atau sudah rusak dapat dibuktikan dengan cara mengukurnya dengan Multimeter. Hal yang perlu diingat ketika menggunakan Multimeter untuk mengukur gulungan (*coil/winding*) adalah :

A. Kedua kabel penyidik (*probes*) dapat diletakkan secara sembarang (acak) pada terminal yang terdapat pada gulungan.
B. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω, batas ukur (range) pada posisi x1, x10, atau kΩ, sesuai kebutuhan. Lihat gambar 26.

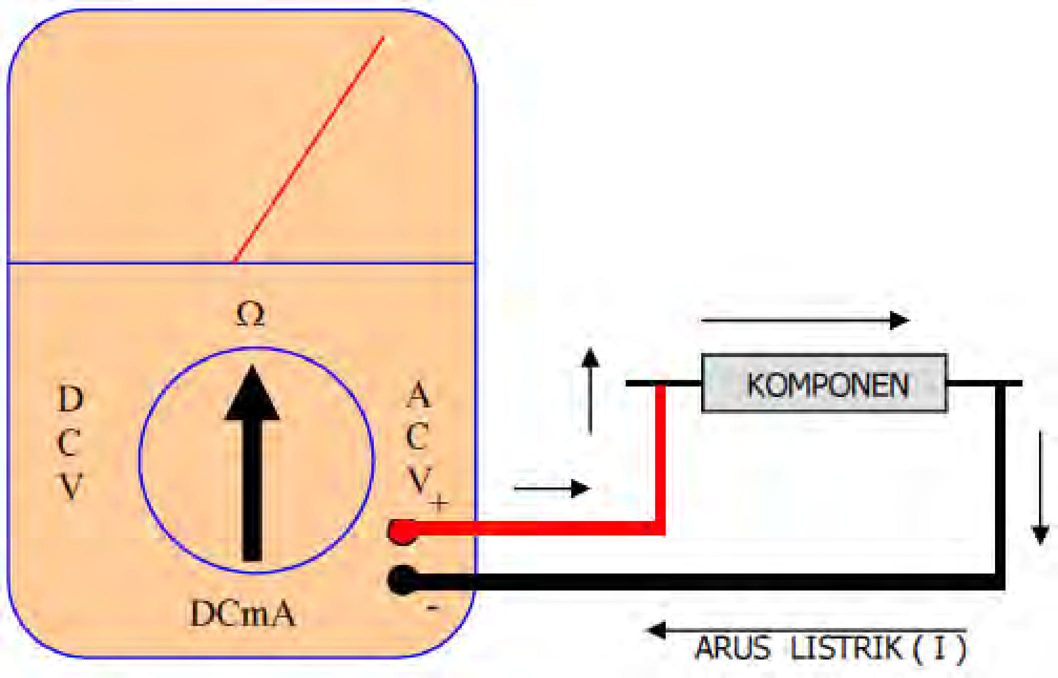


http://sulihan.blogspot.com

Gambar 26. Mengukur Gulungan (Coil/Winding)

Langkah-langkah pengukuran dan hasil pengukuran

Menggunakan Ohm-meter yang terdapat pada Multimeter untuk mengukur
komponen elektronik di luar rangkaian, pada dasarnya adalah merangkai Multimeter dengan komponen yang diukur sehingga arus listrik dari baterai (yang terdapat pada Multimeter) dapat mengalir dan menggerakkan kumparan putar dari Multimeter. Perhatikan gambar 27.



Gambar 27. Aliran Arus Listrik dari Multimeter ke Komponen

Aliran arus yang menggerakkan kumparan putar tergantung pada karakertistik komponen yang diukur. Jika komponen tersebut bersifat menyimpan dan membuang arus (seperti kapasitor), jarum pada papan skala akan bergerak ke arah kanan papan skala untuk kemudian segera kembali lagi ke kiri, atau tidak bergerak sama sekali (tergantung kapasitas dari kapasitor). Jika komponen tersebut bersifat membatasi arus, jarum akan bergerak sesuai dengan nilai satuan Ohm yang dimiliki komponen tersebut.

8. Langkah-langkah pengukuran Resistor

a. Perhatikan kembali gambar 9.

b. Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.
e. Batas ukur (range) pada posisi x1, x10 atau k·, tergantung dari nilai resistor yang akan diukur.
f. Ujung dari kedua kabel penyidik (probes) dipertemukan.
g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
h. Mengacu pada gambar 9, letakkan secara sembarang (acak) kedua ujung kabel penyidik (probes) pada kaki komponen yang akan diukur.
i. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjukkan nilai satuan Ohm yang sama (atau mendekati) dengan nilai satuan Ohm dari resistor berdasarkan pita warna, artinya : resistor masih baik dan dapat digunakan.
j. Bandingkan hasil pengukuran dengan nilai resistor berdasarkan pita warna yang ada di badan resistor tersebut.

9. Langkah-langkah pengukuran Variable Resistor

a. Perhatikan kembali gambar 12.
b. Masukkan kabel penyidik (probes) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (probes) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).
c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (range) pada posisi x1, x10, atau k·, tergantung dari nilai variabel resistor yang akan diukur.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (probes) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Mengacu pada gambar 12, letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) pada terminal a dan b dari variabel resistor.

i. Putar tuas pemutar searah jarum jam (untuk preset gunakan obeng minus).

j. Jarum pada papan skala ikut bergerak ke kanan, artinya : variabel resistor masih baik dan dapat digunakan.

k. Letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) pada terminal b dan c dari variabel resistor.

l. Putar tuas pemutar searah jarum jam (untuk preset gunakan obeng minus).

m. Jarum pada papan skala ikut bergerak ke kiri, artinya : variabel resistor masih baik dan dapat digunakan.

10. Langkah-langkah pengukuran Resistor Peka Cahaya/Light Dependence Resistor (LDR)

a. Perhatikan kembali gambar 13.

b. Masukkan kabel penyidik (probes) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (probes) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (range) pada posisi x1, x10, atau k·, sesuai kebutuhan.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (probes) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Mengacu pada gambar 15, letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) secara sembarang (acak) pada kedua kaki LDR.

i. Menggunakan lampu senter (flashlight) sinari permukaan LDR, jarum bergerak ke kanan, menunjukkan nilai satuan Ohm yang kecil, artinya : LDR masih baik dan dapat digunakan.

j. Tutuplah permukaan LDR, jarum pada papan skala bergerak ke kiri, artinya :LDR masih dapat digunakan.

Catatan, ditempat gelap, nilai satuan Ohm dari LDR = 1M (1 Mega Ohm), ditempat terang nilai satuan Ohm dari LDR = 100 Ohm.

11. Langkah-langkah pengukuran Thermistor

a. Perhatikan kembali gambar 14.

b. Masukkan kabel penyidik (probes) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (probes) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, atau kΩsesuai kebutuhan.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Mengacu pada gambar 14, letakkan kedua ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) pada kedua kaki thermistor (NTCR atau PTCR).

i. Pada pengukuran NTCR; dengan korek api, panasi NTCR, jarum pada papan skala menunjukkan nilai satuan Ohm yang kecil, artinya : NTCR masih baik dan dapat digunakan.

j. Pada pengukuran PTCR; dengan korek api, panasi PTCR, jarum padapapan skala menunjukkan nilai satuan Ohm yang besar, artinya : NTCRmasih baik dan dapat digunakan (baca kembali uraian tentang *thermistor*).

12. Langkah-langkah pengukuran Kapasitor

a. Perhatikan kembali gambar 15.

b. Masukkan kabel penyidik (probes) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (probes) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (range) pada posisi x1, x10 atau kΩsesuai kebutuhan.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Mengacu pada gambar 15, letakkan kabel penyidik (probes) warna merah (+) pada kaki positip (+) kapasitor non polar (kaki positip biasanya berukuran lebih panjang ketimbang kaki negatip), kabel penyidik (probes) warna hitam (-) ke kaki negatip.

i. Jarum pada papan skala bergerak jauh ke kanan untuk kemudian kembali ke kiri, artinya : kapasitor polar masih baik dan dapat digunakan. (Jika jarum pada papan skala bergerak ke kanan dan tidak kembali lagi ke kiri, artinya : kapasitor polar sudah rusak dan tidak dapat digunakan).

j. Perhatikan kembali gambar 15. letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) dan kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) secara sembarang (acak) ke kaki kapasitor non polar.

k. Jarum pada papan skala tidak bergerak (atau bergerak sedikit), artinya : kapasitor non polar masih baik dan dapat digunakan. (Jika jarum pada papan skala bergerak jauh ke kanan, artinya : kapasitor non polar sudah rusak dan tidak dapat digunakan).

13. Langkah-langkah pengukuran Transistor

a. Perhatikan kembali gambar 18.

b. Masukkan kabel penyidik (probes) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik

(probes) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (range) pada posisi x1, x10, atau kΩsesuai kebutuhan.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (probes) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Untuk transistor tipe PNP : mengikuti gambar 18, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Emitor.

i. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjuk angka (misalnya 16,5Ω), artinya : Dioda Basis-Emitor masih baik, transistor masih dapat digunakan.

j. Letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Kolektor.

k. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, menunjuk angka (misalnya 16,5Ω), artinya : Dioda Basis-Kolektor masih baik, transistor masih dapat digunakan.

l. Untuk transistor tipe NPN : mengikuti gambar 20, letakkan ujung kabel penyidik (probes) warna hitam (-) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (probes) warna merah (+) diletakkan pada kaki Emitor.

m. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjuk angka (misalnya 21Ω), artinya : Dioda Emitor-Basis masih baik, transistor masih dapat digunakan.

n. Letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada kaki Kolektor.

o. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjuk angka (misalnya 20Ω), artinya : Dioda Kolektor-Basis masih baik, transistor masih dapat digunakan.

Langkah-langkah pengukuran transistor di atas, pada dasarnya adalah suatu langkah memberikan "dioda" Emitor-Basis dan "dioda" Kolektor-Basis (pada transistor tipe PNP) tegangan panjar maju (*forward bias*). Dalam kondisi ini, Emitor dan Kolektor (berfungsi sebagai Anoda) mendapat tegangan positip dari baterai yang terdapat di dalam Multimeter, dan Basis (berfungsi sebagai Katoda) mendapat tegangan negatip dari baterai yang terdapat di dalam Multimeter.

Hal yang sama berlaku untuk transistor jenis NPN. Karena itulah hasil pengukuran "dioda" Emitor-Basis, dan Kolektor Basis menunjukkan nilai tahanan resistance) yang hampir sama (baca kembali uraian tentang transistor dan Multimeter).

Tabel Berikut adalah contoh nilai tahanan (resistance) dari beberapa transistor dimana "dioda" Emitor-Basis dan "dioda" Kolektor-Basis (untuk transistor jenis PNP) dan "dioda" Basis-Emitor dan "dioda" Basis-Kolektor (untuk transistor jenis NPN) mendapatkan tegangan panjar maju (*forward bias*).

KODE	TIPE	"DIODA"	NILAI TAHANAN (*RESISTANCE*)	KONDISI
2SA671	PNP	EMITOR-BASIS	16,5Ω	BAIK
		KOLEKTOR-BASIS	16Ω	BAIK
2SB54	PNP	EMITOR-BASIS	8Ω	BAIK
		KOLEKTOR-BASIS	7Ω	BAIK
2SA101	PNP	EMITOR-BASIS	12Ω	BAIK
		KOLEKTOR-BASIS	11,5Ω	BAIK
BC547B	NPN	BASIS-EMITOR	21Ω	BAIK
		BASIS-KOLEKTOR	20Ω	BAIK
BC108	NPN	BASIS-EMITOR	22Ω	BAIK
		BASIS-KOLEKTOR	21Ω	BAIK
FCS9014B	NPN	BASIS-EMITOR	20Ω	BAIK
		BASIS-KOLEKTOR	19,5Ω	BAIK

14. Langkah-langkah pengukuran Dioda

a. Perhatikan kembali gambar 22.

b. Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, atau kΩ, sesuai kebutuhan.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Mengacu pada gambar 22, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Anoda dari dioda, ujung

kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Katoda dari dioda.

i. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : dioda masih baik dan dapat digunakan.

j. Perhatikan kembali gambar 22, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Katoda dari dioda, ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Anoda dari dioda.

k. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : dioda sudah rusak dan tidak dapat digunakan.

15. Langkah-langkah pengukuran Transformator

a. Perhatikan kembali gambar 24.

b. Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (probes) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (*range*) pada posisix1, x10, atau kΩ, sesuai kebutuhan.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (probes) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Mengacu pada gambar 24, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) ke titik-titik terminal dari gulungan primer (P).

i. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : gulungan primer (P) transformator masih baik dan dapat digunakan.

j. Letakkan ujung kabel penyidik (probes) secara sembarang (acak) ke titiktitik terminal dari gulungan skunder (S).

k. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : gulungan skunder (S) transformator masih baik dan dapat digunakan.

l. Letakkan ujung kabel penyidik (probes) secara sembarang (acak) ketitik terminal dari gulungan primer (P) dan gulungan titik terminal gulungan skunder (S).

m. Jarum pada papan skala tidak bergerak, artinya : isolator yang mengisolasi gulungan primer (P) dari gulungan skunder (S) masih berfungsi, transformator masih baik dan dapat digunakan.

16. Langkah-langkah pengukuran Gulungan (Coil/Winding)

a. Perhatikan kembali gambar 26.

b. Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

c. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

d. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.

e. Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, atau kΩ, sesuai kebutuhan.

f. Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.

g. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.

h. Mengacu pada gambar 28, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) terminal dari gulungan (*coil/winding*).

i. Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : gulungan (*coil/winding*) masih baik dan dapat digunakan.

j. Jarum pada papan skala tidak bergerak ke kanan, artinya : gulungan (coil/winding) sudah rusak dan tidak dapat digunakan.

17. Menetapkan Kaki Emitor-Basis-Kolektor dari Transistor dengan Multimeter

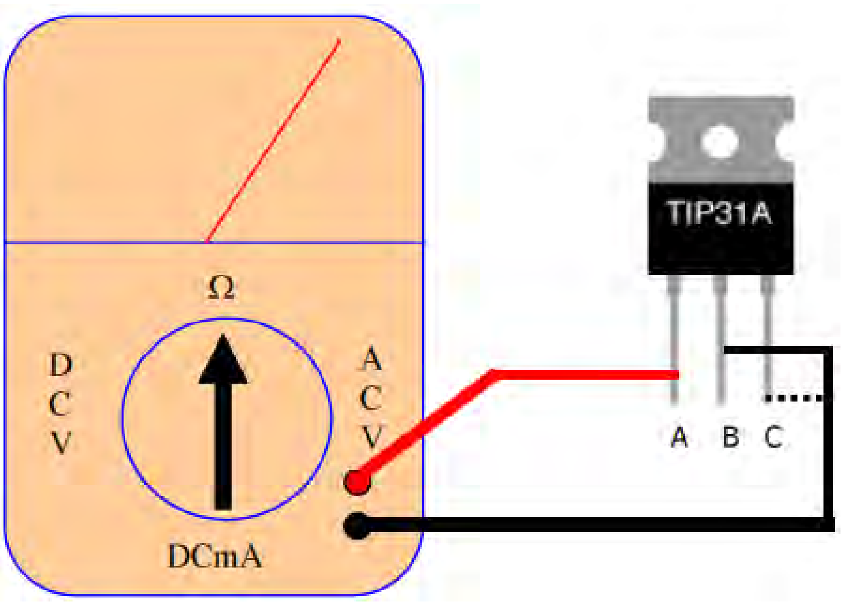
Dalam situasi tertentu, Anda mungkin kesulitan menetapkan kaki- aki dari transistor, (yang mana kaki Emitor, kaki Basis, dan kaki Kolektor). Dengan menggunakan Multimeter, kesulitan ini dapat diatasi, caranya adalah sebagai berikut :

E. Untuk Transistor Tipe PNP

18. Gunakan Multimeter yang memiliki batas ukur (range) x1, x10, x1kΩ, dan x10kΩ.
19. Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel

penyidik (probes) warna hitam (-) ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).

20. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
21. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.
22. Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, kΩ, atau x10kΩ, sesuai kebutuhan.
23. Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
24. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.



Gambar 28. Menentukan Kaki Transistor

25. Perhatikan dengan seksama gambar 28.
26. Letakkan kedua kabel penyidik (*probes*) secara bergantian di ketiga kaki transistor.

27. Misalkan, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada titik A dari kaki transistor.
28. Kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan secara bergantian di titik B dan C, jarum pada papan skala menunjukkan nilai tahanan (*resistance*) yang hampir sama (lihat kembali tabel), berarti kaki transistor pada titik A = kaki Basis.
29. Menentukan kaki emitor, caranya :
    - ✓ Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.
    - ✓ Batas ukur (range) pada posisi x10kΩ.
    - ✓ Dengan menggunakan sekrup pengatur posisi jarum, atur jarum pada posisi angka nol.
    - ✓ Letakkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) di titik C, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
    - ✓ Letakkan kabel penyidik (probes) warna merah (+) di titik B, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
    - ✓ Jika nilai tahanan (*resistance*) dari hasil pengukuran pada butir d, LEBIH KECIL dibanding dengan nilai resistan dari hasil pengukuran pada butir e, kaki transistor pada titik C adalah kaki Emitor, dengan sendirinya kaki transistor pada titik B adalah kaki Kolektor.

F. Untuk Transistor Tipe NPN

1. Gunakan Multimeter yang memiliki batas ukur (*range*) x1, 10, x1kΩ, dan x10kΩ.
2. Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) ke lubang kabel penyidik yang bertanda positip (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatip (-).
3. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
4. Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.
5. Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, kΩ, atau x10kΩ, sesuai kebutuhan.
6. Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
7. Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
8. Letakkan kedua kabel penyidik (*probes*) secara bergantian di ketiga kaki transistor.
9. Misalkan, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada titik A dari kaki transistor.
10. Kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan secara bergantian di titik B dan C, jarum pada papan skala menunjukkan nilai tahanan (*resistance*) yang hampir sama (lihat kembali tabel), berarti kaki transistor pada titik A = kaki Basis.
11. Tetapkan kaki emitor, caranya :
    - ✓ Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω.
    - ✓ Batas ukur (range) pada posisi x10kΩ.

- ✓ Dengan menggunakan sekrup pengatur posisi jarum, atur jarum pada posisi angka nol.
- ✓ Letakkan kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di titik C, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
- ✓ Letakkan kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di titik B, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
- ✓ Jika nilai tahanan (*resistance*) dari hasil pengukuran pada butir d, LEBIH KECIL dibanding dengan nilai tahanan (*resistance*) dari hasil pengukuran pada butir e, kaki transistor pada titik C adalah kaki Emitor, dengan sendirinya kaki transistor pada titik B adalah kaki Kolektor.

c. Tugas

1) Buatlah kelompok kerja, satu kelompok minimal 4 (empat) orang, maksimal 6 (enam) orang.
2) Pergilah ke pasar barang bekas (pasar loak) di kota Anda (jika ada), dan/atau ke lingkungan Anda, carilah penguat audio bekas, atau radio bekas.
3) Dengan menggunakan alat pencabut komponen (desoldering), lepaskan komponen yang terpasang pada Papan Rangkaian Tercetak (PRT)/Printed Circuit Board (PCB).

4) Ukurlah komponen-komponen tersebut dengan Multimeter, hasil pengukuran diisi ke dalam format berikut ini.

No.	Nama Komponen yang diukur		Jumlah	Posisi Saklar Jangkauan Ukur	Posisi Batas Ukur (Range)	Hasil Pengukuran	Keterangan
1.	Resistor		1 Buah	Ω	KΩ	Sudah Rusak	Hasil pengukuran berbeda jauh dengan nilai resistor berdasarkan pita warna
2.	Thermistor	NTCR					
		PTCR					
3.	Potensiometer						
4.	LDR						
5.	Kapasitor	Polar					
		Non-Polar					
6.	Transistor						
7.	Dioda						
8.	Transformator						
9.	Gulungan						

5) Konsultasikan dengan Guru untuk penjelasan lebih lanjut dan penilaian.

6) Luruskan niat, karena untuk jadi cerdas tidak cukup dengan hanya mengandalkan otak, niat yang kuat akan menumbuh kembangkan kecerdasan emosi (emotional intelligence) dan kecerdasan spiritual (*spiritual intelligence*) Anda.

d. Tes Formatif

1) Bacalah pertanyaan berikut dengan teliti !

2) Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas, teratur dan jelas !

Anggap Anda sedang menggunakan Multimeter analog.

1. Uraikan langkah kerja dalam mengukur resistor dan variabel resistor.
2. Uraikan langkah kerja dalam mengukur kapasitor polar dan non polar di luar rangkaian.
3. Sebuah kapasitor polar dikatakan baik dan masih dapat digunakan jika jarum penunjuk skala menunjuk ke kanan dan kemudian kembali lagi ke kiri, kenapa?
4. Uraikan langkah kerja dalam mengukur sebuah dioda di luar rangkaian.
5. Sebuah dioda dikatakan baik dan masih dapat digunakan jika kabel penyidik (probes) warna merah (+) diletakkan pada kaki katoda, kabel penyidik (probes) warna hitam (-) diletakkan pada kaki anoda, jarum penunjuk papan skala akan bergerak ke kanan, benarkah? Jika benar jelaskan alasannya, demikian juga jika salah.

6. Uraikan langkah kerja dalam mengukur transistor PNP dan NPN di luar rangkaian.
7. Uraikan langkah kerja dalam mengukur NTC dan PTC.
8. Bagaimana kita dapat menentukan bahwa sebuah transformator masih baik dan dapat digunakan?
9. Bagaimana caranya mengukur sebuah gulungan (coil)?
10. Apakah ada hubungan antara kemampuan (kompetensi) mengukur komponen di luar rangkaian dengan kemampuan memperbaiki sebuah penguat audio? Jika ada jelaskan, jika tidak ada sebutkan alasannya.

e. Lembar Kerja

Mengukur Komponen

A. Pendahuluan

Lembar kerja ini berisi langkah-langkah praktek bagaimana memahami dan membuktikan kegunaan Multimeter untuk mengukur komponen lepas di luar rangkaian (circuit).

B. Alat dan bahan

- ✓ Alat
  1. Multimeter analog dengan kepekaan pengukuran 20k/v atau lebih.
  2. Kabel penyidik (probes).
- ✓ Bahan

1. Komponen pasif (resistor tetap, variabel resistor, thermistor, LDR, kapasitor polar, kapasitor non polar, dioda, transformator, gulungan/coil)
2. Komponen aktif (transistor tipe PNP dan NPN)

C. Langkah kerja

1. Buatlah kelompok belajar (empat orang atau lebih dalam satu kelompok, disesuaikan dengan ketersediaan alat dan bahan).
2. Sambungkan kabel penyidik (probes) ke lubang kabel penyidik. Kabel penyidik (probes) yang berwarna merah di masukkan ke lubang positip (output), dan kabel penyidik (probes) yang berwarna hitam di masukkan ke lubang negatip (common).
3. Letakkan saklar jangkauan ukur pada posisi Ω
4. Letakkan batas ukur (range) pada posisi x1, x10 atau kΩ sesuai kebutuhan.
5. Dengan menggunakan Multimeter, dan mengikuti langkah-langkah pengukuran seperti pada butir B (Langkah-langkah pengukuran dan hasil pengukuran), ukurlah komponen pasif dan komponen aktif yang tersedia.

   Masukkan data hasil pengukuran pada tabel berikut

Tabel

No.	Komponen yang diukur	Hasil Pengukuran	Keterangan
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			

D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

KEGIATAN BELAJAR 4 : FUNGSI AMPERE-METER



A. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 4, siswa diharapkan mampu :

1) Menggunakan Multimeter sebagai Ampere-meter untuk melakukan pengukuran terhadap Arus Searah (Direct Current/DC) terdapat pada rangkaian elektronik dengan baik sesuai dengan standar prosedur operasi.
2) Mampu menggunakan Multimeter untuk melakukan pengukuran terhadap kemampuan baterai kering (dry cell) tipe UM-1, UM-2, dan UM-3 menyimpan arus listrik.
3) Melakukan persiapan awal dalam bentuk ;
   a) sebelum Multimeter digunakan, melakukan peneraan angka nol dengan menggunakan sekrup pengatur jarum,

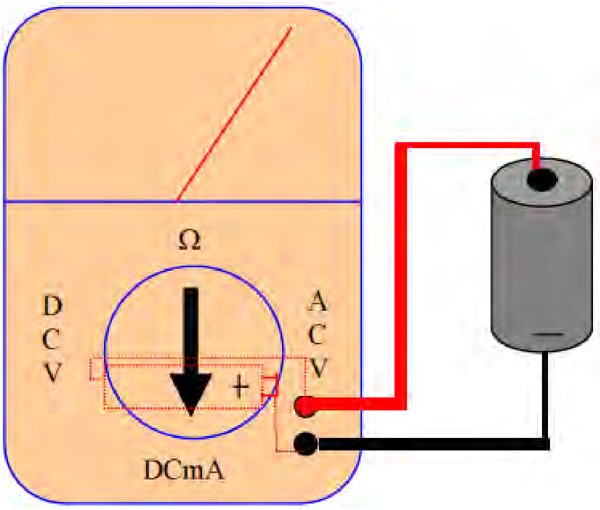
b) memperkirakan besarnya kuat arus dalam satuan mikro-Ampere (μA) dan mili-Ampere (mA) yang akan diukur.

4) Mengatur saklar jangkauan ukur pada posisi dan batas ukur (range) yang dibutuhkan.

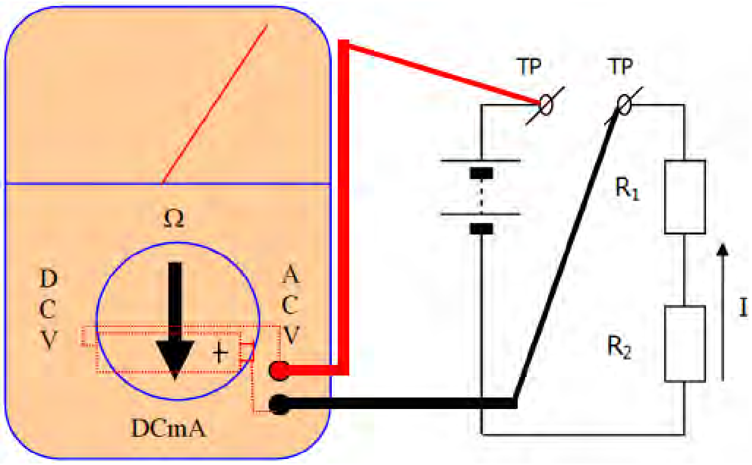
B. Uraian Materi

Salah satu fungsi Multimeter adalah kegunaannya sebagai Ampere-meter dalam mengukur kuat arus listrik antara 0 – 1000 mili-Ampere (mA) atau lebih tergantung spesifikasi Multimeter. Saklar jangkauan ukur berada pada posisi DcmA, batas ukur (*range*) pada angka 0,25, 25, atau 500 DcmA, sesuai kebutuhan. Hasil pengukuran dibaca pada papan skala 0-250 DCV, A.

Pada posisi mengukur kuat arus, Multimeter diletakkan secara seri/deret dengan baterai kering (*dry cell*) dan/atau rangkaian elektronik (*electronics circuit*) yang akan diukur. Perhatikan gambar 29 dan gambar 30.



Gambar 29. Pengukuran Arus pada Baterai Kering
(Baterai di dalam multimeter dihubung seri dengan baterai yang diukur)



Gambar 30. Pengukuran Arus pada Rangkaian
(Pada titik tertentu rangkaian diputus untuk kemudian arusnya diukur)

1. Mengukur Kapasitas Baterai Kering (Dry Cell)

Kapasitas baterai adalah kemampuan baterai kering (*dry cell*) menyimpan arus listrik searah untuk kemudian di-catukan/dialirkan ke rangkaian elektronik yang membutuhkan.

Tegangan baterai satu sel (*single cell battery*) umumnya 1,5 Volt. Sebuah baterai jika diukur dengan Multimeter pada saklar jangkauan ukur 10VDC misalnya dapat saja memperlihatkan hasil pengukuran sebesar 1,5 Volt. Tetapi jika dihubungkan ke beban (rangkaian elektronik) yang membutuhkan tegangan 1,5 Volt, baterai tidak dapat mengalirkan arus listrik ke rangkaian elektronik dimaksud (ini karena tahanan dalam/Rd baterai sangat besar). Cara yang paling efektip untuk memeriksa apakah sebuah baterai kering (*dry cell*) masih sanggup mencatu/mengalirkan arus adalah dengan cara mengukur arusnya.

2. Mengukur Arus Pada Rangkaian

a. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

b. Saklar jangkauan ukur diletakkan pada posisi DcmA, batas ukur (*range*) pada angka 500.

c. Perhatikan gambar 32. Kabel penyidik (probes) warna merah (+) diletakkan pada titik uji (*test point*/TP) rangkaian yang ter-koneksi dengan titik positip catu daya/baterai.

d. Kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada titik uji (*test point*/TP) rangkaian yang ter-koneksi dengan titik negatip catu daya/baterai.

e. Jarum penunjuk pada papan skala akan bergerak ke kanan menunjuk angka antara 0-250 DCV, A (pada beberapa alat ukur, pada papan skala tertulis DCV, A artinya skala tersebut untuk DCV, DCA dan DCmA, atau VmA artinya skala tersebut untuk DCV, ACV dan DcmA).

f. Jika pada pada batas ukur (*range*) 500, hasil pengukuran kurang terbaca, batas ukur (*range*) dapat dipindahkan posisinya pada angka 25 atau 0,25.

3. Membaca Hasil Pengukuran

Ada dua cara membaca hasil pengukuran kuat arus pada papan skala, Pertama, menggunakan rumus :

$$\text{Kuat Arus (I)} = \text{Penunjukan jarum} \times \frac{\text{batas ukur}}{\text{skala}}$$

dan Kedua, membacanya secara langsung.

Untuk cara pertama, misalkan batas ukur (*range*) diletakkan pada posisi angka 25, skala yang digunakan adalah penunjukan skala

penuh (0-250). Jarum menunjuk angka 175, kuat arus yang mengalir adalah : I = 175 x 25/250 = 17,5 mA.

Cara kedua,

a. Untuk batas ukur (*range*) 0,25, hasil pengukuran dibaca pada skala 0-250. Jarum pada papan skala menunjuk angka 250, hasil pengukuran = 0,25 mA. Jarum pada papan skala menunjuk angka 200, hasil pengukuran = 0,20 mA dan seterusnya.
b. Untuk batas ukur (*range*) 25, hasil pengukuran dibaca pada skala 0-250. Jarum pada papan skala menunjuk angka 250, hasil pengukuran = 25 mA. Jarum pada papan skala menunjuk angka 200, hasil pengukuran = 20 mA dan seterusnya.

C. Tugas

1) Bentuklah kelompok belajar (maksimum 4 orang).
2) Carilah 8 buah baterai kering (dry cell) bekas tipe UM-3 (baterai ukuran besar).
3) Ukurlah kuat arus dari masing-masing baterai tersebut, masukkan hasil pengukuran pada tabel berikut.

Nama Kelompok : ....

Tabel

No.	Baterai Ke	Kuat Arus (mA)
1.	I	mA
2.	II	mA
3.	III	mA

4.	IV	mA
5.	V	mA
6.	VI	mA
7.	VII	mA
8.	VIII	mA

4) Berhati-hatilah dalam menggunakan Multimeter untuk mengukur kuat arus.
5) Pastikan bahwa saklar jangkauan ukur berada pada posisi DcmA, dan batas ukur (range) pada tahap awal berada pada posisi angka 500.
6) Menggunakan Breadboard/Protoboard, rakitlah rangkaian seperti yang terdapat pada gambar 32. Ukurlah kuat arus yang mengalir pada rangkaian tersebut.

D. Tes Formatif

1. Kuat arus listrik dinyatakan dalam satuan ?
2. Apa kaitan tegangan listrik dengan arus listrik ?
3. Bagaimana posisi Multimeter (yang berfungsi sebagai Ampere-meter) dalam mengukur kuat arus !
4. Saklar jangkauan ukur pada posisi DCmA, batas ukur (range) pada posisi 25, hasil pengukuran dibaca pada skala ?
5. DCV, A adalah ?

E. Lembar Kerja

Mengukur Arus Listrik

A. Pengantar

Arus listrik sebagaimana halnya tegangan listrik mengalir dari titik positip/kutub positip ke titik negatip/kutub negatip.

Percobaan berikut, membuktikan pada kita bagaimana kondisi arus listrik jika melalui rangkaian yang tersambung seri (Ampere-meter, saklar On-Off, dan spiker disambung seri/deret).

B. Alat dan Bahan.

✓ Alat

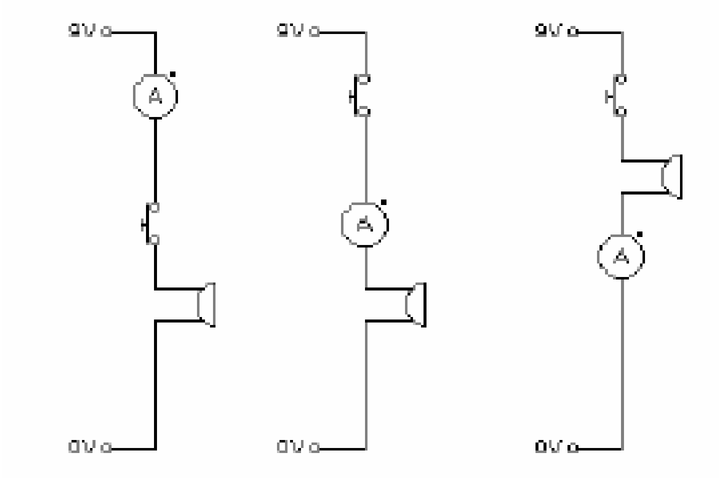
1. Multimeter.
2. Baterai/Catu Daya 9 Volt.

✓ Bahan

1. Breadboard/Protoboard (dapat diganti dengan kabel yang memiliki jepitan moncong buaya).
2. Spiker.
3. Kabel montage (kalau menggunakan breadboard/protoboard).
4. Saklar On-Off (Push Button).

C. Langkah Kerja

1. Rakitlah rangkaian "A", "B", dan "C" seperti pada gambar 33 berikut.



Gambar 31. Pengukuran Arus pada Rangkaian

2. Beri tegangan 9 Volt.
3. Aktifkan rangkaian (tekan saklar on-off), jika rangkaian dirakit dengan benar, spiker akan menghasilkan suara.
4. Catatlah penunjukan jarum Ampere-meter.
5. Berikutnya secara berurutan rakitlah rangkaian "B" dan "C".
6. Ulangi langkah 2, 3, dan 4.
7. Isilah hasil pengukuran pada tabel berikut.

Rangkaian	Yang terbaca oleh Ampere-meter	Arus dalam mA
A	Arus mendatangi rangkaian	
B	Arus masuk ke spiker	
C	Arus meninggalkan spiker	

8. Kesimpulan apa yang Anda peroleh dari hasil pengukuran ini?

D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

Evaluasi 1

a. Aspek Kognitif (Pengetahuan)

1. Tes Tertulis Teori (skor 1, bobot nilai 1)

1) Multimeter Analog adalah ....

2) Dalam membaca hasil pengukuran, terdapat perbedaan yang paling mendasar antara Multimeter Digital dengan Multimeter Analog. Uraikan perbedaan itu !
3) Multimeter adalah piranti ukur yang dapat digunakan untuk mengukur besaran listrik, yaitu ....
4) Papan Skala pada Multimeter digunakan untuk .....
5) Saklar jangkauan ukur digunakan untuk ....
6) Sekrup Pengatur Posisi Jarum (*preset*), digunakan untuk ....
7) Tombol Pengatur Jarum Pada Posisi Nol (Zero Adjustment), digunakan untuk ....
8) Batas Ukur (*Range*) Kuat Arus, biasanya terdiri dari angka-angka ....
9) Batas Ukur (*Range*) Tegangan (ACV-DCV), terdiri dari angka .....
10) Batas Ukur (*Range*) Ohm, terdiri dari angka ....
11) Baterai kering yang dipakai pada Multimeter adalah baterai kering tipe ....
12) Kriteria sebuah Multimeter tergantung pada ....
13) Bagaimana posisi saklar jangkauan Multimeter pada saat akan mengukur besaran listrik ....
14) Bagaimana posisi batas ukur (*range*) Multimeter pada saat akan mengukur besaran listrik ....
15) Hasil pengukuran tegangan listrik (ACV-DCV) dibaca pada bagian papan skala ....
16) Hasil pengukuran arus listrik (DCmA) dibaca pada bagian ....
17) Hasil pengukuran tahanan/resistan (*resistance*) dibaca pada bagian ....

18) Menurut jenisnya tegangan listrik terbagi dua, yaitu ....
19) Sebutkan kegunaan Ohm-meter pada Multimeter !
20) Tahanan (*resistance*) adalah sebuah nama untuk salah satu komponen elektronika yaitu resistan atau resistor, namun tahanan (*resistance*) juga berarti perlawanan yang diberikan oleh bahan penghantar (*konduktor*) atau bahan setengah penghantar (*semikonduktor*) terhadap ....
21) Kuat arus listrik dinyatakan dalam satuan ....
22) Apa kaitan tegangan listrik dengan arus listrik ....
23) Bagaimana posisi Multimeter (yang berfungsi sebagai Ampere-meter) dalam mengukur kuat arus pada rangkaian ....
24) Saklar jangkauan ukur pada posisi DCmA, batas ukur (*range*) pada posisi 25, hasil pengukuran dibaca pada skala ....
25) DCV dan DCA adalah ....

2. Tes Tertulis Praktek (skor 1, bobot nilai 1)

1) Uraikan langkah-langkah mengukur tegangan AC pada jaringan/jala-jala PLN ....

2) Uraikan langkah-langkah mengukur tegangan AC dari gulungan skunder transformator 9 Volt !

3) Uraikan langkah-langkah mengukur tegangan 6 VDC yang dihasilkan oleh catu daya !

4) Uraikan langkah kerja dalam mengukur resistor dan variabel resistor !

5) Uraikan langkah kerja dalam mengukur kapasitor polar dan non polar di luar rangkaian !

6) Sebuah kapasitor polar dikatakan baik dan masih dapat digunakan jika jarum penunjuk skala menunjuk ke kanan dan kemudian kembali lagi ke kiri, kenapa ?

7) Uraikan langkah kerja dalam mengukur sebuah dioda di luar rangkaian !

8) Sebuah dioda dikatakan baik dan masih dapat digunakan jika kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada kaki katoda, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki anoda, jarum penunjuk papan skala akan bergerak ke kanan, benarkah? Jika benar jelaskan alasannya, demikian juga jika salah !

9) Uraikan langkah kerja dalam mengukur transistor PNP dan NPN di luar rangkaian !

10) Uraikan langkah kerja dalam mengukur NTC, PTC, Transformator, dan Coil !

b. Aspek Afektif (Sikap)

(bobot nilai 1)

Nama : ....

Kelas : ....

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
1. Menggunakan alat ukur Multimeter	1.1. Petunjuk operasi Multimeter dibaca dan dipahami 1.2. Multimeter diatur pada range dan pilihan pengukuran sesuai dengan keperluan pengukuran yang akan dilakukan 1.3. Multimeter digunakan sesuai dengan petunjuk operasi kerja dan hasil pengukuran dibaca 1.4. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja	Persiapan Awal Penggunaan Multimeter	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk.
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.
			Cermat	2	Memasang kabel penyidik (*probes*) dan memposisikan batas ukur (*range*) dengan benar.
				1	Memasang kabel penyidik (*probes*) dengan benar, memposisikan batas ukur (*range*) tidak benar.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
		Mengukur Tegangan Listrik Bolak Balik / *Alternating Current Voltage* (ACV).	Tekun	2	Melakukan pengukuran dengan sabar.
				1	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	2	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan sampai > 3x.
				1	Melakukan pembacaan hasi pengukuran tegangan > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan 1x.
			Cermat	2	Mengukur tegangan AC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				1	Mengukur tegangan AC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat.
				0	Mengukur tegangan AC dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Mengukur Tegangan Listrik Searah / *Direct Current Voltage* (DC).	Tekun	2	Melakukan pengukuran dengan sabar.
				1	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	2	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan sampai > 3x.
				1	Melakukan pembacaan hasi pengukuran tegangan > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan 1x.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
			Cermat	2	Mengukur tegangan DC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				1	Mengukur tegangan DC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat.
				0	Mengukur tegangan DC dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Mengukur Arus Listrik Searah / *Direct Current* (DC)	Tekun	2	Melakukan pengukuran dengan sabar.
				1	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	2	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus sampai > 3x.
				1	Melakukan pembacaan hasi pengukuran arus > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus 1x.
			Cermat	2	Mengukur arus DC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				1	Mengukur arus DC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat.
				0	Mengukur arus DC dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Melakukan Pengukuran Komponen di luar rangkaian	Tekun	2	Melakukan pengukuran dengan sabar.
				1	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
					sangat tergesa-gesa.
			Teliti	2	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus sampai > 3x.
				1	Melakukan pembacaan hasi pengukuran arus > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus 1x.
			Cermat	2	Mengukur komponen dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingungan.
				1	Mengukur komponen dengan memperhatikan keselamatan diri, alat.
				0	Mengukur komponen dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.

c. Aspek Psikomotor (Keterampilan)

Nama : ....

Kelas : ....

No.	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
1.	Kebenaran menggunakan Multimeter untuk mengukur Tegangan Listrik Bolak Balik / *Alternating Current* (AC).	2	Benar	1
		0	Salah	0
2.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran Tegangan Listrik Bolak Balik / *Alternating Current* (AC).	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
3.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran Tegangan Listrik Searah / *Direct Current* (DC).	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
4.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran Arus Listrik Searah / Direct Current mili Ampere (DcmA).	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
5.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran resistan dari resistor tetap.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
6.	Kecepatan dan ketepatan mengukur nilai resistan dari resistor tidak tetap.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
7.	Kecepatan dan ketepatan mengukur resistor peka cahaya untuk mencek apakah resistor masih dapat dipakai atau sudah rusak	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
8.	Kecepatan dan ketepatan mengukur kapasitor polar untuk mencek apakah kapasitor masih dapat dipakai atau sudah rusak.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5

No.	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
		0	> 3 menit	0
9.	Kecepatan dan ketepatan mengukur kapasitor non polar untuk mencek apakah kapasitor masih dapat dipakai atau sudah rusak.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
10.	Kecepatan dan ketepatan mengukur transistor PNP untuk mencek apakah transistor masih dapat dipakai atau sudah rusak.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
11.	Kecepatan dan ketepatan mengukur transistor NPN untuk mencek apakah transistor masih dapat dipakai atau sudah rusak.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
12.	Kecepatan dan ketepatan mengukur dioda untuk mencek apakah dioda masih dapat dipakai atau sudah rusak.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
13.	Kecepatan dan ketepatan mengukur transformator untuk mencek apakah dioda masih dapat dipakai atau sudah rusak.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
14.	Kecepatan dan ketepatan mengukur gulungan (coil) untuk mencek apakah dioda masih dapat dipakai atau sudah rusak.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

NILAI AKHIR

ASPEK YANG DINILAI	SKOR (1-100)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
E. Pengetahuan	35	1	35	Syarat lulus nilai minimal = 75
F. Sikap	30	1	30	

G. Keterampilan	14	2	28	
NILAI AKHIR			**93**	

Bab 2



KEGIATAN BELAJAR 5 :

KONFIGURASI OSCILLOSCOPE

A. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 5, siswa diharapkan mampu :

1) Membedakan jenis Oscilloscope berdasarkan zat phospor yang digunakan, dan dari Horizontal Time Base.
2) Membuktikan kegunaan tiap-tiap tombol pada kontrol indikator Oscilloscope.
3) Membuktikan jenis-jenis Oscilloscope.

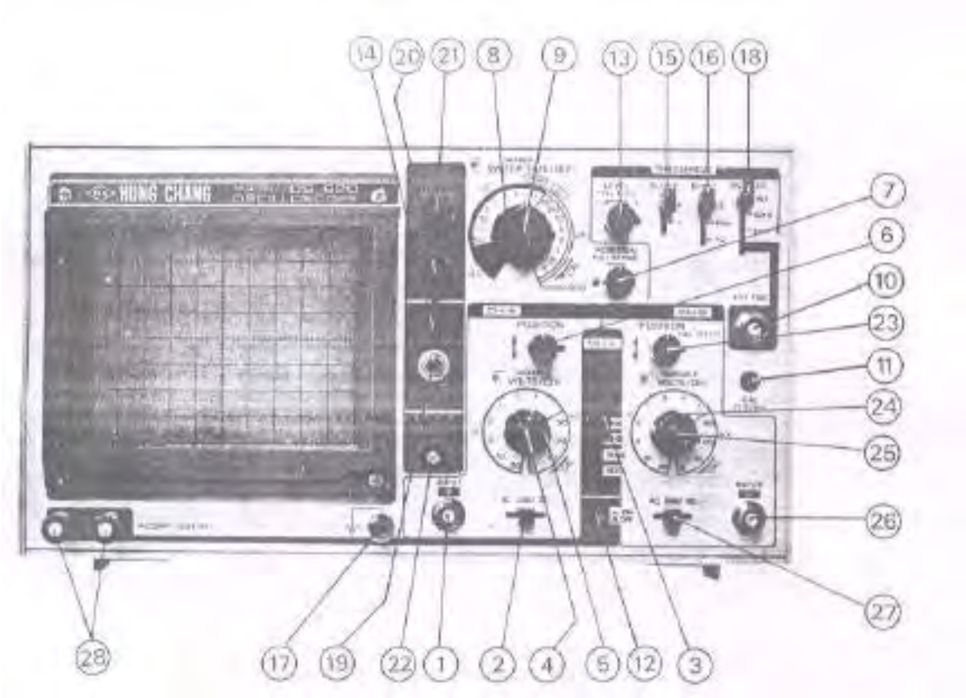
B. Uraian Materi

Oscilloscope adalah alat ukur elektronik, digunakan untuk melihat bentuk gelombang dari tegangan, harga-harga momen tegangan dalam bentuk sinus maupun bukan sinus.

Dengan *Oscilloscope* dapat dilihat bentuk gelombang sinyal audio dan video, bentuk gelombang Tegangan Listrik Arus Bolak Balik yang berasal dari generator pembangkit tenaga listrik, maupun Tegangan Listrik Arus Searah yang berasal dari catu daya/baterai. Gambar 32 memperlihatkan satu bentuk *Oscilloscope* yang dimaksud.



Gambar 32. Oscilloscope



Gambar 33. Tampilan depan *Oscilloscope*

Kontrol dan Indikator *Oscilloscope*

1. VERTICAL INPUT;

   Berfungsi sebagai input terminal untuk *channel*-A/saluran A.

2. AC-GND-DC.

Penghubung input vertikal untuk saluran A. Jika tombol AC-GND-DC diletakkan pada posisi AC, sinyal input yang mengandung komponen DC akan ditahan/di-blokir oleh sebuah kapasitor. Jika tombol AC-GND-DC diletakkan pada posisi GND, terminal input akan terbuka, input yang bersumber dari penguatan internal di dalam *Oscilloscope* akan di-*grounded*.

Jika tombol AC-GND-DC diletakkan pada posisi DC, input terminal akan terhubung langsung dengan penguat yang ada di dalam *Oscilloscope* dan seluruh sinyal input akan ditampilkan pada layar monitor.

3. MODE

   CH-A : untuk tampilan bentuk gelombang *channel*-A/saluran A.

   CH-B : untuk tampilan bentuk gelombang *channel*-B/saluran B.

   DUAL : pada batas ukur (*range*) antara 0,5 sec/DIV – 1 msec (*milli second*)/DIV, kedua frekuensi dari kedua saluran (CH-A dan CH-B) akan saling berpotongan pada frekuensi sekitar 200k Hz.

   Pada batas ukur (*range*) antara 0,5 msec/DIV – 0,2 µ sec/DIV saklar jangkauan ukur kedua saluran (*channel*/CH) dipakai bergantian.

   ADD : CH-A dan CH-B saling dijumlahkan. Dengan menekan tombol PULL

   INVERT akan diperoleh SUB MODE.

3. VOLTS/DIV variabel untuk saluran (*channel*)/CH-A.
4. VOLTS/DIV pelemah vertikal (*vertical attenuator*) untuk saluran (*channel*)/CH-A. Jika tombol "VARIABLE" diputar ke kanan (searah jarum jam), pada layar monitor akan tergambar tergambar tegangan per "DIV".

   Pilihan per "DIV" tersedia dari 5 mV/DIV – 20V/DIV.
5. Pengatur posisi vertikal untuk saluran (*channel*)/CH-A.
6. Pengatur posisi horisontal.

7. SWEEP TIME/DIV.
8. SWEEP TIME/DIV VARIABLE.
9. EXT.TRIG untuk men-trigger sinyal input dari luar.
10. CAL untuk kalibrasi tegangan pada 0,5 V p-p (*peak to peak*) atau tegangan dari puncak ke puncak.

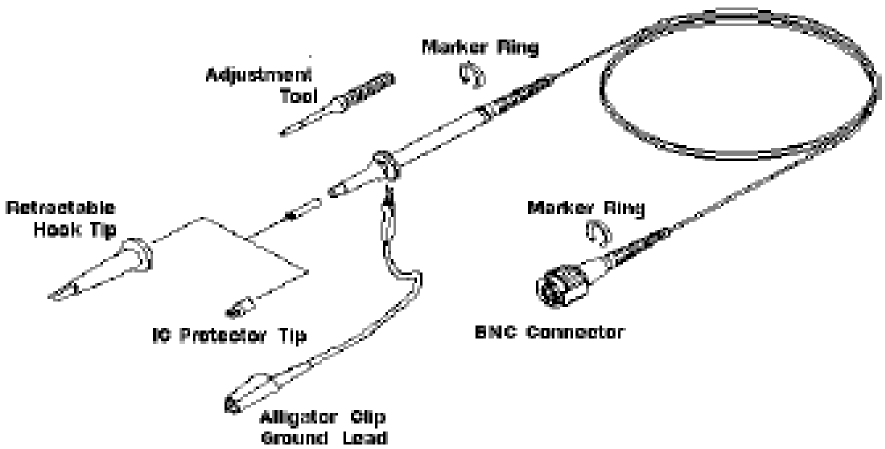
    COMP.TEST saklar untuk merubah fungsi *Oscilloscope* sebagai penguji komponen (*component tester*). Untuk menguji komponen, tombol SWEEP TIME/DIV di "set" pada posisi CH-B untuk mode X-Y. tombol AC-GND-DC pada posisi GND.
13. TRIGGERING LEVEL.
14. LAMPU INDIKATOR.
15. SLOPE (+), (-) penyesuai polaritas slope (bentuk gelombang).
16. SYNC untuk mode pilihan posisi saklar pada; AC, HF REJ, dan TV.
17. GND terminal ground/arde/tanah.
18. SOURCE penyesuai pemilihan sinyal (*syncronize signal selector*). Jika tombol SOURCE pada posisi :
    - ✓ INT : sinyal dari channel A (CH-A) dan channel B (CH-B) untuk keperluan pen-*trigger*-an/penyulutan saling dijumlahkan,
    - ✓ CH-A : sinyal untuk pen-*trigger*-an hanya berasal dari CH-A,
    - ✓ CH-B : sinyal untuk pen-*trigger*-an hanya berasal dari CH-B,
    - ✓ AC : bentuk gelombang AC akan sesuai dengan sumber sinyal AC itu sendiri,
    - ✓ EXT : sinyal yang masuk ke EXT TRIG dibelokkan/dibengkokkan disesuaikan dengan sumber sinyal.
19. POWER ON-OFF.
20. FOCUS digunakan untuk menghasilkan tampilan bentuk gelombang yang optimal.
21. INTENSITY pengatur kecerahan tampilan bentuk gelombang agar mudah dilihat.

22. TRACE ROTATOR digunakan utuk memposisikan tampilan garis pada layar agar tetap berada pada posisi horisontal. Sebuah obeng dibutuhkan untuk memutar trace rotator ini.

    CH-B POSITION tombol pengatur untuk penggunaan CH-B/channel (saluran) B.
23. VOLTS/DIV pelemah vertikal untuk CH-B.
24. VARIABLE.
25. VERTICAL INPUT input vertikal untuk CH-B.
26. AC-GND-DC untuk CH-B kegunaannya sama seperti penjelasan yang terdapat pada nomor 2.

    COMPONET TEST IN terminal untuk komponen yang akan diuji.

Oscilloscope dilengkapi dengan kabel penyidik (*probe*) seperti yang terlihat pada gambar 34.



Gambar 34. Kabel Penyidik (*Probe*) dan Kelengkapannya

Dilihat dari zat phospor yang digunakan, *Oscilloscope* dapat dibagi menjadi :

1. Storage Oscilloscope

Pada *Oscilloscope* jenis ini lapisan phospor yang digunakan mempunyai sifat

simpan (*store*), artinya cahaya yang timbul pada phospor bersinar beberapa
saat setelah berkas elektron yang "ditembakkan" dihilangkan.

2. Regulator Oscilloscope

Pada *Oscilloscope* jenis ini sinar phospor akan menghilang seketika apabila berkas elektron apabila berkas elektron yang "ditembakkan" dihilangkan.

Dilihat dari *HORIZONTAL TIME BASE* – nya dapat dibagi menjadi :

3. Sweep Range

Pada *Oscilloscope* jenis ini pada setiap posisi tombol pengatur frekuensi horisontalnya tertera skala penunjuk jangkauan frekuensi (*frequensi range*) nya. Sebagai misal pada posisi pertama; 10 – 100 (10 Hz – 100 Hz), posisi kedua; 10k – 100k (10k Hz – 100k Hz).

Dengan Oscilloscope jenis ini akan dijumpai kesulitan ketika *Oscilloscope* akan digunakan sebagai penghitung frekuensi (*Oscilloscope* sebagai frekuensi meter). Untuk mengatasinya digunakan cara membandingkan frekuensi yang akan dihitung dengan frekuensi yang telah diketahui.

4. Sweep Time

Pada *Oscilloscope* jenis ini pada setiap posisi tombol pengatur frekuensi horisontalnya tertera skala yang menunjukkan beam (sorotan sinar) *Oscilloscope*. *Oscilloscope* jenis ini dapat langsung digunakan sebagai Frekuensi meter.

C. Tugas

1) Bentuklah kelompok belajar (maksimum 4 orang)
2) Pergilah ke toko penjual alat ukur elektronik di kotamu (jika ada), catatlah kontrol dan indikator yang ada pada *Oscilloscope* yang dijual di toko tersebut dan bandingkan dengan kontrol dan indikator *Oscilloscope* yang ada pada modul ini.
3) Jika butir 2 tidak dapat dilaksanakan (karena toko penjual alat ukur elektronik tidak ada), cermatilah kontrol dan indikasi (petunjuk) *Oscilloscope* yang ada di sekolahmu, bandingkan dengan kontrol dan indikator Oscilloscope yang ada pada modul ini.
4) Dengan mesin pencari www.google.com carilah di internet, gambar dan petunjuk pemakaian *Oscilloscope*, bandingkan dengan *Oscilloscope* yang ada pada modul ini.
5) Selamat bekerja.

D. Tes Formatif

1) *Oscilloscope* adalah ?
2) Dilihat dari zat phospor yang digunakan, *Oscilloscope* dapat dibagi menjadi !
3) Dilihat dari *HORIZONTAL TIME BASE* – nya dapat dibagi menjadi !
4) Dengan *Oscilloscope* dapat dilihat bentuk gelombang !

E. Lembar Kerja

Konfigurasi Oscilloscope

A. Pengantar

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, *Oscilloscope* adalah alat ukur elektronik yang dapat digunakan untuk mengukur frekuensi, melihat bentuk gelombang, dan mengukur tegangan, baik tegangan listrik bolak balik (ACV) maupun tegangan listrik searah (DCV).

Melalui lembar kerja ini diharapkan Anda dapat lebih mendalami konfigurasi dari *Oscilloscope*. Dengan demikian Anda tidak terjebak dengan sikap kerja "asal putar-putar tombol", sehingga dapat merusak alat ukur yang harganya lumayan mahal ini.

B. Alat dan Bahan

- ✓ Alat

  1 (satu) buah *Oscilloscope* dual trace.

C. Langkah Kerja

1. Cermatilah dengan seksama *Oscilloscope* yang ada di sekolah Anda.
2. Bandingkanlah panel kontrol dan indikasi yang ada pada *Oscilloscope* dengan panel kontrol dan indikasi *Oscilloscope* yang ada pada modul ini.
3. Catatlah perbedaan yang mungkin ada.

4. Tanyakan pada Guru kegunaan masing-masing kontrol dan indikator dari *Oscilloscope* di tempat Anda.
5. Selamat bekerja.

KEGIATAN BELAJAR 6 :

FUNGSI OSCILLOSCOPE



A. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 6, Anda diharapkan mampu menggunakan *Oscilloscope* sebagai:

1) Frekuensimeter, mengukur frekuensi.
2) Alat ukur tegangan, mengukur tegangan listrik bolak balik, maupuntegangan listrik searah.
3) Alat untuk mengobservasi bentuk gelombang dari input luar (TV, Video Player, Amplifier, dan perangkat elektronik lainnya).
4) Alat untuk menghitung perbedaan fasa dari beberapa gelombang listrik.
5) Alat ukur untuk mengukur Amplitudo Modulasi.

B. Uraian Materi

Oscilloscope adalah alat ukur elektronik yang kerap digunakan untuk menghitung perbedaan fasa dari beberapa gelombang listrik.

Kemampuan ini tergantung dari banyaknya *trace* (garis) pada layar monitor. Oscilloscope dengan single trace (satu garis) hanya dapat menghitung perbedaan fasa dari satu gelombang listrik. Oscilloscope dengan dual trace (dua garis) dapat menghitung perbedaan fasa dua buah

gelombang listrik sekaligus. Disamping itu Oscilloscope juga digunakan untuk keperluan;

1. mengukur tegangan dan menghitung frekuensi,
2. melihat bentuk gelombang,
3. mengukur Amplitudo Modulasi yang dihasilkan oleh pemancar radio dan generator pembangkit sinyal,
4. mengukur keadaan perubahan aliran (*phase*) dari sinyal input,
5. mengukur frekuensi yang tidak diketahui.

Langkah-langkah pengoperasian Oscilloscope

1. Tombol ON-OFF pada posisi OFF.
2. Posisikan semua tombol yang memiliki tiga posisi pada posisi tengah.
3. Putar tombol INTENSITY pada posisi tengah.
4. Dorong tombol PULL 5X MAG ke dalam untuk memperoleh posisi normal.
5. Dorong tombol TRIGGERING LEVEL pada posisi AUTO.
6. Sambungkan kabel saluran listrik bolak balik ke stop-kontak ACV.
7. Putar tombol ON-OFF pada posisi ON. Kira-kira 20 detik kemudian satu jalur garis akan tergambar pada layar CRT. Jika garis ini belum terlihat, putar tombol INTENSITY searah jarum jam.
8. Atur tombol FOCUS dan INTENSITY untuk memperjelas jalur garis.
9. Atur ulang posisi vertikal dan horisontal sesuai dengan kebutuhan.
10. Sambungkan probe ke input saluran-A/channel-A (CH-A) atau ke input saluran B/channel-B (CH-B) sesuai kebutuhan.
11. Sambungkan probes ke terminal CAL untuk memperoleh kalibrasi 0,5Vp-p.
12. Putar pelemah vertikal (*vertical attenuator*), saklar VOLTS/DIV pada posisi 10 mV, dan putar tombol VARIABLE searah jarum jam. Putar

TRIGGERING SOURCE ke CH-A, gelombang persegi empat (*square-wave*) akan terlihat di layar.

13. Jika tampilan gelombang persegi empat kurang sempurna, atur trimmer yang ada pada probe sehingga bentuk gelombang terlihat nyata.
14. Pindahkan probe dari terminal CAL 0,5Vp-p. Oscilloscope sudah dapat digunakan.

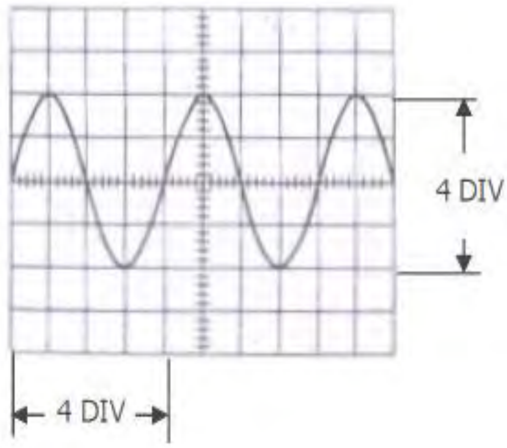
Mengukur Tegangan dan Menghitung Frekuensi

1. Mengukur Tegangan AC

Gambar 35 berikut memperlihatkan suatu bentuk sinyal dari luar dalam bentuk gelombang sinus.

Posisi kontrol dan indikasi Oscilloscope:

- ✓ Tombol SWEEP TIME/DIV berada pada posisi 5 msec (5 *mili second*).
- ✓ Tombol VOLTS/DIV pada posisi 2V (dengan demikian 1 kotak/1 DIV pada layar CRT = 2 Volt).
- ✓ Tegangan puncak (*peak voltage*) = 2 DIV x 2V = 4 Volt.
- ✓ Tegangan dari puncak ke puncak (*peak to peak voltage*)= 4 DIV....(a) = 4 DIV x 2 Volt = 8 Volt.



Gambar 35. Bentuk gelombang sinus

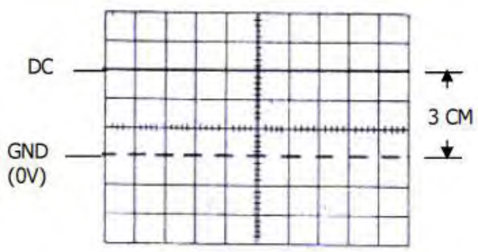
2. Menghitung frekuensi

Frekuensi = 1 / T → T = Jumlah DIV pada tegangan puncak ke puncak x
nilai wak tu (dalam second) yang ditunjuk oleh
SWEEP TIME/DIV.

Mengikuti uraian diatas ;

Frekuensi = 1 / (5 mS x 4 DIV) = 1 / (20 x 10^{-3})
= 50 Hz

3. Mengukur tegangan DC

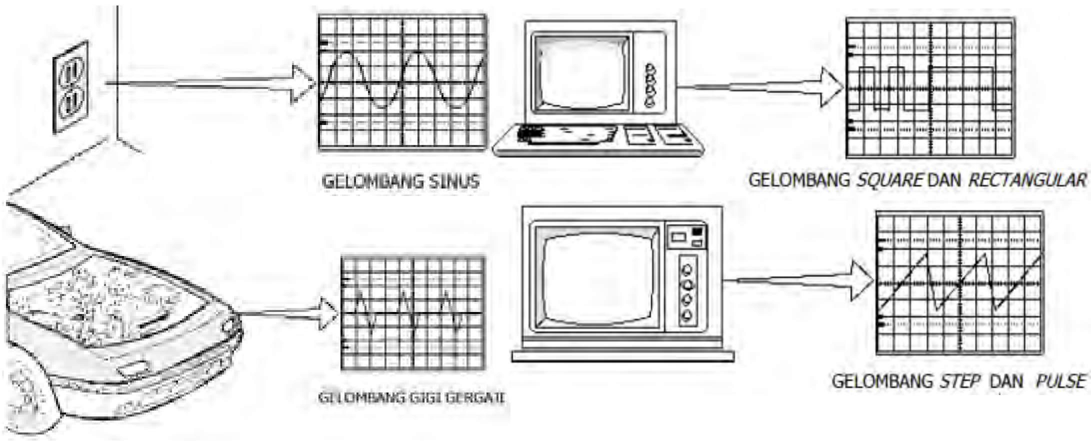


Gambar 36. Mengukur tegangan DC

- ✓ Set tombol AC-GND-DC pada posisi DC.
- ✓ Set tombol MODE pada CH-A.
- ✓ Pasang kabel penyidik (probe) ke VERTICAL INPUT CH-A/INPUT Y.
- ✓ Sambungkan ujung kabel penyidik (probe) ke sumber tegangan DC yang akan diukur.
- ✓ Untuk tegangan positip, trace pada layar akan bergerak ke atas, untuk tegangan negatip, trace pada layar akan bergerak ke bawah.
- ✓ Posisi kalibrasi (CAL) pada tombol VOLTS/DIV = 10 mV, hasil pengukuran seperti yang ditampilkan pada gambar 35 = 30 mV.

4. Melihat Gelombang dari Input Luar

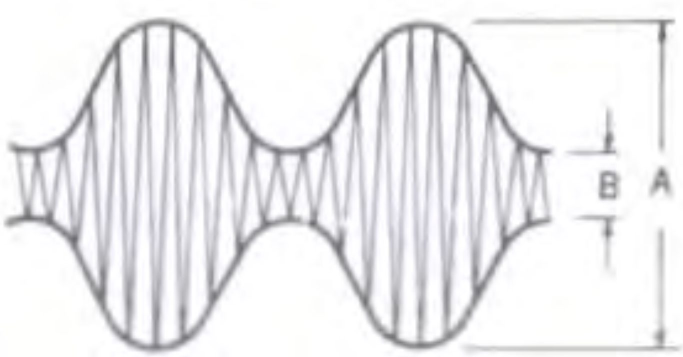
Bentuk-bentuk gelombang dari input luar (external input) yang dapat dilihat dengan menggunakan Oscilloscope adalah seperti yang ditampilkan pada gambar 37.



Gambar 37. Bentuk Gelombang dari Input Luar
(Jaringan Listrik, TV, dan Mobil)

5. Mengukur Amplitudo Modulasi

Oscilloscope juga dapat dipakai untuk mengukur amplitudo modulasi yang dihasilkan oleh pemancar radio. Perhatikan gambar 38.



Gambar 38. Amplitudo Modulasi

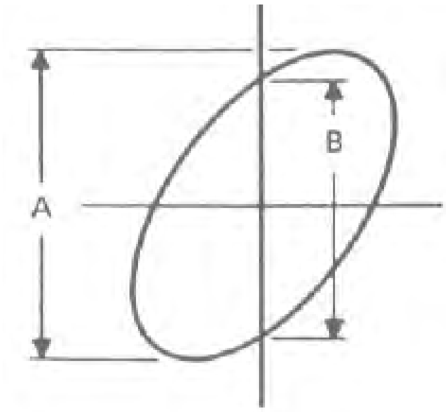
Metoda yang sering digunakan untuk mengukur Amplitudo Modulasi adalah metoda amplop (*envelope methode*)

Modulasi (dalam %) = ((A-B) / (A+B)) x 100 %

Untuk keperluan ini putar tombol SWEEP TIME untuk peragaan gelombang AC. Tombol SYNC pada posisi AC. Sinyal dari sumber audio luar masuk melalui Z AXIS (pada *Oscilloscope* yang menjadi acuan dalam penulisan modul ini, Z AXIS terdapat di belakang *Oscilloscope*).

6. Mengukur Keadaan Perubahan Aliran (Phase) dari Sinyal Input

Oscilloscope dapat digunakan untuk menghitung sudut phase/sin Ø (sinus teta). Perhatikan gambar 39.



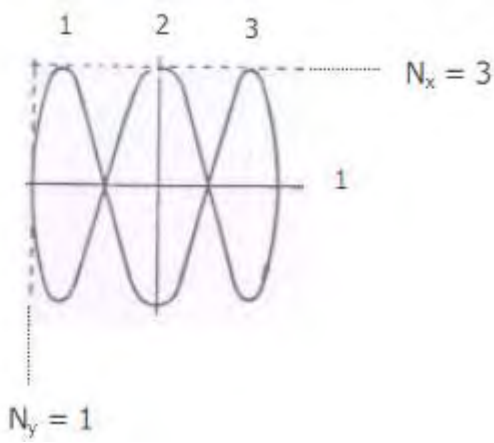
Gambar 39. Sudut Fasa

Sin Ø = B / A → Sin Ø = Sudut Phase

Sudut fasa (phase) yang dihasilkan sebuah frekuensi di titik-titik yang berbeda dari sebuah rangkaian, dapat ditentukan. Tombol AC-GND-DC (pada CH-A dan CH-B) pada posisi GND. Input masuk lewat saluran input X dan Y.

7. Mengukur Frekuensi yang Tidak Diketahui

Frekuensi yang belum diketahui dapat diukur dengan cara membandingkannya dengan frekuensi yang telah diketahui nilainya (frekuensi standar). Untuk ini digunakan apa yang disebut Lissajous Patern Methode. Perhatikan gambar 40.



Gambar 40. Lissajous Patern Methode

Untuk keperluan ini diperlukan langkah sebagai berikut :

- ✓ Putar tombol *SWEEP TIME*/DIV (no. 8) ke CH-B
- ✓ Hubungkan frekuensi yang diketahui ke INPUT X/ CH-B
- ✓ Setel kontrol vertikal untuk mencocokkan amplitudonya.
- ✓ Hubungkan frekuensi yang tidak diketahui ke INPUT Y/CH-A.
- ✓ Tombol *SOURCE* pada posisi EXT.
- ✓ Frekuensi dapat dihitung dengan rumus :

$$F_u = F_s \text{ x } (N_x / N_y)$$

Dimana,

Fs = Frekuensi yang diketahui (frekuensi standar)

Fu = Frekuensi yang tidak diketahui

Nx = Nomor simpul di atas jalur

Ny = Nomor simpul di kiri jalur.

Contoh Penggunaan,

1. Letakkan tombol *SOURCE* pada posisi *LINE*.
2. Tombol AC-GND-DC pada posisi AC.
3. Hubungkan sebuah *Audio Variabel Oscilator* ke ke INPUT Y/CH-A
4. Hubungkan RF *Generator* ke INPUT X/ CH-B
5. Gerakkan kontrol RF *Generator* pada frekuensi 50, 100, 150 Hz (atau dapat juga pada posisi 60, 120, 180 Hz dan seterusnya).
6. Pola dengan simpul 1,2,3 akan tergambar ganda di jalur frekuensi.

C. Tugas

1) Bentuklah kelompok studi (maksimal 4 orang)
2) Jika tersedia di sekolah, mintalah buku pedoman (manual) penggunaan *Oscilloscope* pada Guru Anda.
3) Terjemahkanlah buku pedoman yang tertulis dalam bahasa Inggris tersebut ke dalam bahasa Indonesia.
4) Mintalah penilaian pada Guru Anda.

D. Tes Formatif

1) Disamping untuk melihat perbedaan fasa, *Oscilloscope* juga digunakan untuk.
2) Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian *Oscilloscope* adalah.
3) Tombol VOLTS/DIV pada posisi 4V, 1 kotak/1 DIV pada layar CRT =
4) Jika tegangan puncak menggunakan 2 kotak, maka tegangan puncak ke puncak =
5) Diketahui Sweep Time/DIV = 10 mSec. Tombol VOLTS/DIV pada posisi 2V.

   Berapakah Volt tegangan puncak, dan berapa Hz frekuensi.
6) *Oscilloscope* mampu mengukur tegangan DC, apa manfaatnya dalam perawatan dan perbaikan pesawat audio ?
7) Tuliskan langkah-langkah penggunaan *Oscilloscope* untuk mengukur tegangan DC.
8) Diketahui frekuensi pembawa (*carrier frequency*) = 1000 kHz. Lewat *Oscilloscope* terlihat amplitudo gelombang, tertinggi = 4 DIV, terendah 1 DIV. Berapa % kah modulasinya ?

9) Diketahu 3 simpul gelombang di atas jalur. Frekuensi standar (Fs) = 10.000 kHz. Simpul di kiri jalur = 1. Dengan menggunakan Lissajous Patern Methode. frekuensi yang tidak diketahui (Fu) =

10) Apa manfaat yang Anda dapatkan jika menguasai penggunaan alat ukur elektronik dengan baik.

E. Lembar Kerja

Fungsi Oscilloscope

A. Pengantar

Lembar kerja ini berisikan petunjuk pelaksanaan bagaimana menggunakan *Oscilloscope* untuk :

1. Mengukur Tegangan Listrik Bolak balik/*Alternating Current* (AC).
2. Mengukur Tegangan Listrik Searah/*Direct Curent* (DC).
3. Menghitung Frekuensi.
4. Menghitung Amplitudo Modulasi.

B. Alat dan Bahan

✓ **Alat**

a) 1 (satu) buah *Oscilloscope dual trace*.

b) 1 (satu buah *Signal Generator*

c) 1 (satu) buah *Multimeter*

✓ **Bahan**

a) 1 (satu) buah baterai kering (*dry cell*) tipe UM-1

b) 1. (satu) buat trafo catu daya (220 Volt – 6 Volt/9 Volt)

C. Langkah Kerja

1. Bacalah petunjuk awal penggunaan *Oscilloscope*.
2. Hidupkan *Oscilloscope*.
3. Posisikan *Oscilloscope* untuk pengukuran tegangan AC.
4. Sambungkan trafo catu daya ke jaringan listrik AC 220 Volt.
5. Ukurlah tegangan AC yang dihasilkan skunder trafo (6 Volt AC atau 9 Volt AC)
6. Dengan menggunakan *Multimeter*, ukur tegangan AC yang dihasilkan skunder trafo.
7. Catatlah hasil pengukuran.
8. Bandingkan hasil pengukuran *Oscilloscope* dengan hasil pengukuran *Multimeter*.
9. Posisikan *Oscilloscope* untuk pengukuran tegangan DC.
10. Ukurlah tegangan sebuah baterai kering (*dry cell*) tipe UM-1.
11. Catatlah hasil pengukuran.
12. Posisikan *Oscilloscope* untuk menghitung frekuensi.
13. Hidupkan *Signal Generator*.
14. Hubungkan *Signal Generator* dengan input *Oscilloscope*.
15. Hitunglah frekuensinya.
16. Jika peralatan di sekolah Anda memungkinkan, ukurlah Amplitudo Modulasi yang dihasilkan oleh pemancar radio.

Evaluasi 2

A. Aspek Kognitif (Pengetahuan)

1. Tes Tertulis Teori (skor 1, bobot nilai 2)

1) Tuliskan kegunaan umum dari *Oscilloscope* !
2) Bentuk gelombang apa saja yang dapat dilihat melalui Oscilloscope ?
3) Tuliskan tiga keuntungan yang diperoleh jika kita menggunakan alat ukur !
4) *Oscilloscope* dalam pelaksanaan perbaikan perangkat audio-video dilihat dari zat phospor yang digunakan, ada berapa jenis *Oscilloscope*?
5) Gambarkan bentuk gelombang gigi gergaji !
6) Apa keuntungannya jika kita menggunakan *Oscilloscope dual trace* !
7) *Oscilllosc*ope adalah alat ukur elektronik yang kerap digunakan untuk menghitung perbedaan fasa dari beberapa gelombang listrik, disamping itu *Oscilloscope* juga digunakan untuk ....
8) Berapa % toleransi tegangan yang dapat diberikan pada *Oscilloscope* yang menggunakan tegangan 110-220 VAC ?
9) Berapa Volt tegangan *peak to peak* yang dapat diterima oleh konektor V Input (V-IN)?
10) Sangat terlarang menghubungkan input konektor *Oscilloscope* dengan playbak TV, kenapa ?

2. Tes Tertulis Praktek (skor 1, bobot nilai 2)

Uraikan langkah-langkah :

1) Mengukur tegangan AC

2) Mengukur tegangan DC

3) Mengukur frekuensi yang tidak diketahui

4) Langkah-langkah awal dalam pengoperasian *Oscilloscope*

5) Menghindari terbakarnya ion

3. Aspek Afektif (Sikap)

(bobot nilai 1)

Nama : ....

Kelas : ....

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
2. Menggunakan alat ukur *Oscilloscope*	2.1. Petunjuk operasi *Oscilloscope* dibaca dan dipahami 2.2. persiapan penggunaan *Oscilloscope* dilakukan sesuai dengan keperluan pengukuran yang akan dilakukan 2.3. *Oscilloscope* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi dan hasil pengukuran dibaca dan dimengerti. Penggunaan tiap fungsi panel depan di-demokan sesuai dengan apa yang diukur, misalnya V-div, T-div, AC/DC coupling, *trigger internal / external*, probe teredam 10x, 100x, 0x, dsb.	Melakukan Persiapan Pengoperasian *Oscilloscope*	Tekun	1	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian *Oscilloscope* sesuai petunjuk
				0,5	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan tergesa-gesa.
				0	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	1	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian sampai > 3x.
				0,5	Melaksanakan langkah-langkah awal > 2x < 3x.
				0	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian 1x.
			Cermat	1	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				0,5	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan memperhatikan keselamatan diri, dan alat.
				0	Melaksanakan langkah-langkah awal

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
	2.4. Dilakukan standar pengaturan / kalibrasi sederhana (V-div dan T-div) untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih baik 2.5. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja				pengoperasian dengan hanya memperhatikan keselama tan dirinya.
		Mengukur Tegangan AC	Tekun	1	Melakukan pengukuran dengan sabar.
				0,5	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan sampai > 3x.
				0,5	Melakukan pembacaan hasi pengukuran tegangan > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan1x.
			Cermat	1	Mengukur tegangan AC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				0,5	Mengukur tegangan AC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat.
				0	Mengukur tegangan AC dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Mengukur Tegangan DC	Tekun	1	Melakukan pengukuran dengan sabar.
				0,5	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan sampai > 3x.
				0,5	Melakukan pembacaan hasi pengukuran tegangan > 2x < 3x.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan 1x.
			Cermat	1	Mengukur tegangan DC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				0,5	Mengukur tegangan DC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat.
				0	Mengukur tegangan DC dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Menghitung Frekuensi	Tekun	1	Melakukan pengukuran (untuk menghitung frekuensi) dengan sabar.
				0,5	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus sampai > 3x.
				0,5	Melakukan pembacaan hasi pengukuran arus > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus 1x.
			Cermat	1	Mengukur (untuk menghitung frekuensi) dengan memperha tikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				0,5	Mengukur (untuk menghitung frekuensi) dengan memperha tikan keselamatan diri, dan alat.
				0	Mengukur (untuk menghitung frekuensi) dengan hanya memperhatikan

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
					keselamatan dirinya.
		Melihat Bentuk Gelombang	Tekun	1	Melakukan pengukuran (untuk melihat bentuk gelombang) dengan sabar.
				0,5	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus sampai > 3x.
				0,5	Melakukan pembacaan hasi pengukuran arus > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus 1x.
			Cermat	1	Mengukur (untuk melihat bentuk gelombang) dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				0,5	Mengukur (untuk melihat bentuk gelombang) dengan memperhatikan keselamatan diri, dan alat.
				0	Mengukur (untuk melihat bentuk gelombang) dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Mengukur Amplitudo Modulasi	Tekun	1	Melakukan pengukuran (untuk mengukur amplitudo modulasi) dengan sabar.
				0,5	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
			Teliti	1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus sampai > 3x.
				0,5	Melakukan pembacaan hasi pengukuran arus > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus 1x.
			Cermat	1	Mengukur amplitudo modulasi dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				0,5	Mengukur dengan memperhati kan keselamatan diri, dan alat.
				0	Mengukur dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Mengukur Keadaan Perubahan Aliran (*phase*) dari Sinyal *Input*	Tekun	1	Melakukan pengukuran (untuk mengukur keadaan perubahan aliran sinyal input) dengan sabar.
				0,5	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus sampai > 3x.
				0,5	Melakukan pembacaan hasi pengukuran arus > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus 1x.
			Cermat	1	Mengukur perubahan aliran sinyal input dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
				0,5	Mengukur perubahan aliran sinyal input dengan memperhatikan keselamatan diri, dan alat.
				0	Mengukur perubahan aliran sinyal input dengan hanya mem perhatikan keselamatan dirinya.
		Mengukur Frekuensi yang Tidak Diketahui	Tekun	1	Melakukan pengukuran (untuk mengukur frekuensi yang tidak diketahui) dengan sabar.
				0,5	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				0	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus sampai > 3x.
				0,5	Melakukan pembacaan hasi pengukuran arus > 2x < 3x.
				0	Melakukan pembacaan hasil pengukuran arus 1x.
			Cermat	1	Mengukur frekuensi yang tidak diketahui dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				0,5	Mengukur frekuensi yang tidak diketahui dengan memperhatikan keselamatan diri, dan alat.
				0	Mengukur frekuensi yang tidak diketahui dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.

4. Aspek Psikomotor (Keterampilan)

Nama : ....

Kelas : ....

No.	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
1.	Kebenaran langkah-langkah persiapan pengoperasian *Oscilloscope* untuk; mengukur tegangan, menghitung frekuensi, melihat bentuk gelombang, mengukur amplitudo modulasi, mengukur phase input, dan mengukur frekuensi yang tidak diketahui.	2	Benar	1
		0	Salah	0
2.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran Tegangan Listrik Bolak-balik / *Alternating Current* (AC).	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
3.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran Tegangan Listrik Searah / *Direct Current* (DC).	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
4.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran frekuensi	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
5.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengamatan bentuk gelombang.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
6.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran amplitudo modulasi.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
7.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran phase input.	2	< 2 menit	1

No.	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
8.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran frekuensi yang tidak iketahui.	2	< 2 menit	1
		1	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

NILAI AKHIR

ASPEK YANG DINILAI	SKOR (1-100)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
A. Pengetahuan	30	2	60	Syarat lulus nilai minimal = 75
B. Sikap	24	1	24	
C. Keterampilan	8	2	16	
NILAI AKHIR			**100**	

Bab 3

KEGIATAN BELAJAR 7 :

KONFIGURASI INSULATION TESTER

A. Tujuan Pembelejaran

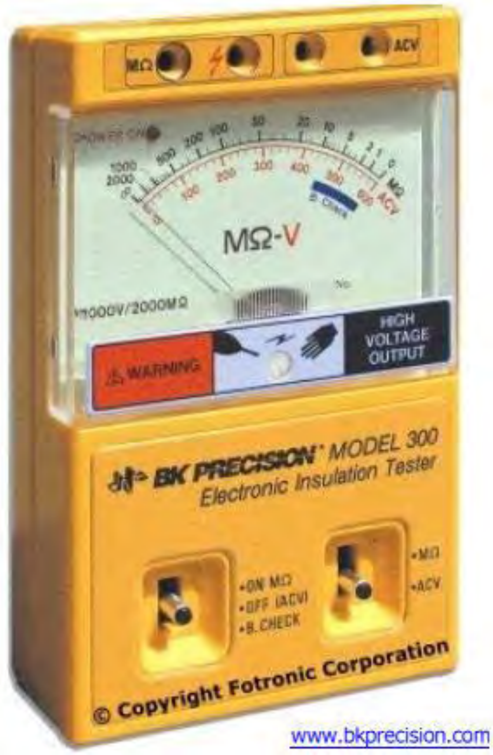
Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 7, siswa diharapkan mampu :

1) Mengenal dengan baik fungsi dari tiap kontrol dan indikator yang ada pada *Insulation Tester*
2) Memahami kegunaan *Insulation Tester*
3) Dapat menggunakan *Insulation Tester* dengan baik.

B. Uraian Materi

Insulation Tester biasanya digunakan untuk mengukur nilai tahanan/resistan (*resistance*) dari isolasi (*insulation*) yang membungkus bahan penghantar yang digunakan pada kabel listrik. Secara normatif tegangan listrik setinggi 1 Volt membutuhkan isolasi yang memiliki nilai tahanan/resistans (*resistance*) sebesar 1000 Ohm (1kΩ). Kerusakan pada isolasi akan mengakibatkan kebocoran tegangan listrik yang dapat membahayakan manusia penggunanya. Alat ini biasanya digunakan pada industri trafo, pemasangan jaringan listrik, dan motor listrik. Namun demikian dapat juga dipakai untuk mengukur tegangan AC (Alternating Current), dan tahanan/resistan (*resistance*) pada pesawat televisi.

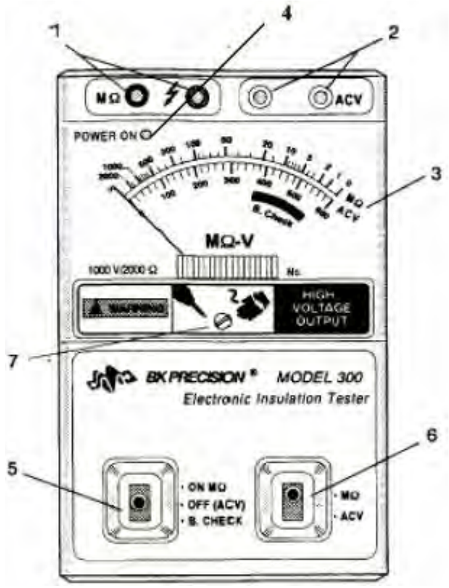
Gambar 41 menampilkan salah satu Insulation Tester yang dimaksud.



Gambar 41. *Insulation Tester*

Kontrol dan Indikator

Kontrol dan indikator dari Insulation Tester ditampilkan gambar 42 berikut.



Gambar 42. Kontrol dan Indikator *Insulation Tester*

1. Output Jacks, MΩ. Berguna untuk memeriksa isolasi, apakah ada kebocoran tegangan listrik. Kabel penyidik (*probes*) warna merah dimasukkan ke jacks warna merah, kabel penyidik (*probes*) warna hitam dimasukkan ke jacks warna hitam.
2. Input Jacks, ACV digunakan untuk pengukuran tegangan AC dan nilai tahanan/resistan (*resistance*)
3. papan Skala
4. Indikator "ON"
5. "ON MΩ", saklar pilih untuk pengukuran tahanan/resistan tinggi (high resistance). "OFF (ACV)", saklar pilih untuk tegangan AC, dan "Battery (B) Chek" untuk memeriksa tegangan baterai.
6. Saklar "MΩ/ACV". Saklar "MΩ"untuk pilihan mode uji isolasi (insulation test). Saklar jangkauan ukur "ACV" untuk mode pengukuran tegangan AC.
7. Pengatur posisi jarum pada angka nol secara mekanik (Mechanical Zero Adjust).

C. Tugas

1) Buatlah kelompok (maksimal 4 orang).
2) Telitilah alat Insulation Tester atau Megger yang ada di sekolahmu.
3) Bandingkan alat yang ada dengan panel indikator Insulation Tester yang tertulis pada modul ini.

D. Tes Formatif

1) Tuliskan kegunaan umum dari Insulation Tester.
2) Tuliskan kegunaan tiap-tiap bagian dari panel indikator.

E. d. Lembar Kerja

Konfigurasi Insulation Tester

1. Pengantar

Lembar kerja ini berisikan materi yang lebih bersifat "menampilkan Insulation Tester" dan membangun sebuah pembanding melalui tugas mencari manual instruction yang berisikan penggunaan Insulation Tester melalui internet.

Dengan kondisi ini diharapkan Anda akan mengetahui lebih banyak tentang seluk beluk dan model Insulation Tester yang dikeluarkan oleh banyak perusahaan pembuat alat ukur elektronik.

2. Alat dan Bahan

- ✓ Alat

  Komputer yang terkoneksi dengan internet.

- ✓ Bahan

  1. Alat tulis
  2. Kertas A4.
  3. Buku Tulis

3. Langkah Kerja

1. Hidupkan komputer.
2. Sambungkan komputer dengan internet (jika komputer di sekolah Anda belum terkoneksi dengan internet, gunakanlah warnet).
3. Masuklah ke www.google.co.id pada kolom tulis; Insulation Tester.
4. Dengan mesin pencari "Google" carilah data-data dan gambar yang berkenaan dengan Insulation Tester .
5. Cetaklah data yang diperoleh (umumnya dalam bahasa Inggris).
6. Terjemahkanlah data yang ada kedalam bahasa Indonesia.
7. Bandingkan data dan gambar yang Anda peroleh dengan data dan konfigurasi Insulation Tester yang ada pada modul ini.
8. Selamat bekerja.

KEGIATAN BELAJAR 8 :

FUNGSI INSULATION TESTER

a. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 8, siswa diharapkan mampu :

1) Menggunakan Insulation Tester sesuai dengan Standar Prosedur Operasi dan Keselamatan Kerja.
2) Mengukur tegangan bolak balik (*Alternating Current Voltage*/ACV) di atas 220 Volt dengan baik dan benar.
3) Mengukur nilai tahanan/resistan (*resistance*) dengan benar.

b. Uraian Materi

Terkadang orang menyebut alat ini dengan nama megohmeter atau megger. Ketika digunakan sebagai penguji kebocoran tegangan (karena bocornya isolasi) alat ini membutuhkan tegangan listrik sebesar 9V yang disuplai oleh 6 buah baterai UM-3 yang masing-masing menghasilkan tegangan sebesar 1,5V. Melalui DC to DC Converter tegangan sebesar 9V akan dinaikkan hingga 1000V.

Hasil pengujian dapat dibaca pada dua alur bacaan pada papan skala. Alur bagian atas digunakan untuk pembacaan pengukuran nilai tahanan/resistan (*resistance*) dari 0-2000 MΩ, alur bagian bawah digunakan untuk pembacaan hasil pengukuran tegangan dari 0-600V. Ketika mengukur kebocoran tegangan, hasil pembacaan yang ideal pada

papan skala Ω adalah tak terhingga (∞), ini berarti tidak terdapat kebocoran pada pemanfaatan tegangan listrik.

a. Persiapan Awal

1. Sebelum melakukan pengukuran tegangan AC periksalah penunjukan meter pada papan skala. Jarum penunjuk harus berada pada posisi nol atau (∞).
2. Jika dibutuhkan dengan menggunakan obeng minus (-), setel pengatur posisi jarum pada posisi angka nol (*zero adjustment*) sehingga jarum pada papan skala benar-benar menunjuk angka nol.
3. Sebelum melakukan pengukuran periksalah kondisi baterai, setel saklar kiri pada posisi ***B.CHEK***, setel saklar kanan pada posisi **MΩ**.
4. Jika diperlukan baterai dapat diganti.
5. Ketika mengukur tegangan AC jangan sekali-kali menyentuh ujung kabel penyidik (*probes*)! Anda dapat tersengat listrik bertegangan tinggi.
6. Ketika mengukur tegangan AC, baterai tidak dibutuhkan.

b. Mengukur Isolasi

1. Pastikan rangkaian yang akan diukur berada dalam posisi **"OFF"** dan tidak terhubung dengan sumber tegangan AC.
2. Setel saklar kiri pada posisi **"ON MΩ"** saklar kanan pada posisi **"MΩ" POWER ON** Indicator akan bekerja.
3. Masukkan kabel penyidik (*probes*) tegangan tinggi (warna merah) ke lubang (*jack*) yang bertanda **"MΩ"**, kabel penyidik

(*probes*) warna hitam ke lubang (*jack*) yang berwarna hitam (disebelah kanan lubang yang bertanda *"MΩ"*).

4. Hubungkan kabel penyidik (*probes*) warna hitam (menggunakan aligator clip) ke "common" atau ground dari rangkaian yang akan diukur. Untuk TV, hubungkan ke casis TV.
5. Sentuhkan kabel penyidik (probes) tegangan tinggi ke titik yang akan diukur (kawat tembaga dari kabel listrik misalnya). Agar terhindar dari sengatan listrik, jaga posisi jari tangan Anda tetap di belakang pengaman.
6. Bacalah hasil pengukuran pada papan skala. Terkadang hasil pengukuran kurang memuaskan. Ini terjadi karena kontak antara ujung kabel penyidik (*probes*) dengan titik yang akan diukur kurang sempurna.
7. Jika tidak terjadi kebocoran pada isolasi yang membungkus kabel listrik (atau rangkaian elektronik lainnya), jarum akan tetap menunjuk posisi tak terhingga (∞).
8. Jika terjadi kebocoran pada isolasi yang membungkus kabel listrik (atau rangkaian elektronik lainnya), jarum akan bergerak ke kanan.

c. Pengukuran Tegangan AC

1. Setel saklar kiri pada posisi **"OFF (ACV)"**, setel saklar kanan pada posisi ACV.
2. Masukkan kabel penyidik (*probes*) ke lubang-lubang (*jacks*) ACV.
3. Hubungkan kabel penyidik (*probes*) ke titik yang mengandung tegangan AC.
4. Hasil pengukuran dibaca pada papan skala.

d. Keselamatan Kerja dan Keselamatan Alat

1. Ingat satu hal ! Sengatan listrik bertegangan tinggi dapat membuat arus sebesar 10 mili-Ampere masuk menuju jantung dan menghentikan detak jantung manusia. Tegangan DC maupun AC di bawah 35 Volt tetap mengandung bahaya bagi manusia. Arus listrik yang tinggi bahkan lebih berbahaya lagi.
2. Tegangan output dari mode MΩ bisa mencapai 1000V, namun arus yang menyertainya tidak besar sehingga tidak begitu berbahaya, namun demikian *Insulation Tester* mengandung kejutan listrik yang tinggi, karenanya jangan sekali-kali menyentuh ujung kabel penyidik (*probes*).
3. Jika ingin memperbaiki *Insulation Tester* dan membuka kotak (*casing*) nya, ingatlah satu hal bahwa mungkin masih terdapat tegangan setinggi 1000 Volt di titik-titik rangkaian. Beberapa titik mungkin masih mengandung arus yang besar, demikian juga kabel penyidik (*probes*) masih mengandung tegangan yang tinggi, hindarilah kontak secara langsung.
4. Jangan gunakan Insulation Tester untuk mengukur tegangan AC di atas 600 Volt.
5. Ketika memeriksa apakah isolasi bocor (yang mengakibatkan terjadinya kebocoran tegangan), pastikan rangkaian yang akan diperiksa sudah terbebas dari jaringan listrik atau sumber daya lainnya.
6. Hindari kontak langsung dengan titik-titik pada rangkaian yang mengandung tegangan tinggi seperti saklar **"ON-OFF"**, sekring (*fuse*), transformator, dan lain-lain. Pada titik-titik ini terkadang

masih terdapat tegangan tinggi, walau pesawat yang akan diukur sudah dimatikan (**"OFF"**)

c. Tugas

1) Buatlah ringkasan (*resume*) dari uraian materi *Insulation Tester* yang ada pada modul ini.
2) Mintalah petunjuk dan penilaian pada Guru Anda.

d. Tes Formatif

1) Tegangan DC 9 Volt dinaikkan menjadi DC 1000 Volt oleh alat yang bernama.
2) Tuliskan langkah-langkah persiapan pengoperasian *Insulation Tester*.
3) Apa akibatnya jika kita terkena sengatan listrik yang mengandung arus sebesar 10 mA?
4) Berapa tegangan AC maksimum yang dapat diukur dengan *Insulation Tester* ?

e. Lembar Kerja

Fungsi Insulation Tester

1. Pengantar

Lembar kerja ini berisikan; cara-cara menggunakan Insulation Tester sesuai dengan Standar Prosedur Operasi Keselamatan Kerja.

Karena itu sebelum melakukan percobaan dengan lembar kerja ini, sudi kiranya Anda membaca kembali uraian tentang fungsi Insulation Tester ini.

2. Alat dan Bahan

- ✓ Alat
  1. Insulation Tester
  2. Kabel penyidik (probes)
- ✓ Bahan
  1. Kabel Listrik 220 Volt dengan panjang secukupnya.
  2. TV Trainer/Pesawat TV.

3. Langkah Kerja

1. Kabel listrik yang akan diukur tidak tersambung dengan sumber Tegangan Listrik Bolak Balik.
2. Rentangkan kabel listrik, kedua ujung kabel dikupas dan kawat tembaga/penghantar yang ada pada kabel disatukan.
3. Ukurlah dengan *Insulation Tester*/kedua kabel penyidik (*probes*) disentuhkan kepada kedua kawat tembaga yang ada pada kabel.
4. Lihat hasil pengukuran pada papan skala Ω. Catatlah hasil pengukuran.
5. Ulangi kembali langkah 1, namun kali ini ujung kabel tidak disatukan.
6. Ukurlah dengan *Insulation Tester*.

7. Lihat hasil pengukuran pada papan skala Ω. Catatlah hasil pengukuran.
8. Bandingkan kedua hasil pengukuran yang diperoleh.
9. Untuk langkah 10,11, 12, dan 13 berikut, mintalah petunjuk terlebih dahulu pada Guru Anda.
10. Insulator Tester pada posisi yang menghasilkan tegangan tinggi.
11. Sentuhkan kedua ujung kabel penyidik (*probes*) ke kedua ujung tembaga yang terbungkus oleh isolasi.
12. Lihat papan skala, apakah ada kebocoran isolasi pada kabel.
13. Gunakan Insulation Tester untuk mengukur tegangan pada rangkaian TV yang bertegangan tinggi.

Evaluasi 3

A. Aspek Kognitif (Pengetahuan)

1. Tes Tertulis Teori (skor 1, bobot nilai 4)

1) *Insulation tester* digunakan untuk ....
2) Secara normatif tegangan listrik setinggi 1 Volt membutuhkan isolasi yang memiliki nilai tahanan/resistans (*resistance*) sebesar ....
3) *Insulation tester* biasanya digunakan pada ....
4) Output Jacks, MΩ. digunakan untuk memeriksa ....
5) Input Jacks, ACV digunakan untuk ....
6) Melalui DC to DC Converter tegangan sebesar 9V pada Insulation tester akan dinaikkan hingga ....

7) Hasil pengujian tegangan dengan dapat dibaca pada dua alur bacaan pada ....
8) Alur bagian atas pada papan skala digunakan untuk pembacaan pengukuran nilai ....
9) Ketika mengukur kebocoran tegangan, hasil pembacaan yang ideal pada papan skala Ω adalah adalah ....
10) Pada persiapan awal penggunaan Insulation tester, sebelum melakukan pengukuran tegangan AC jarum pada papan skala diperiksa. Jarum penunjuk harus berada pada posisi ....

2. Tes Tertulis Praktek (skor 1, bobot nilai 4)

1) Ketika mengukur isolasi, rangkaian yang akan diukur harus berada pada posisi OFF dan tidak tersambung dengan ....
2) Bagaimana penyetelan posisi saklar kiri dan saklar kanan agar *Insulation tester* dapat dioperasikan ....
3) Ketika akan mengukur isolasi dengan *Insulation tester*, kabel penyidik (*probes*) warna hitam di sambungkan kemana ?
4) Jika tidak terjadi kebocoran pada isolasi yang membungkus kabel listrik (atau rangkaian elektronik lainnya), jarum penunjuk pada *Insulation tester* akan tetap menunjuk posisi ....
5) Jika terjadi kebocoran pada isolasi yang membungkus kabel listrik (atau rangkaian elektronik lainnya) Ke arah mana jarum penunjuk pada *Insulation tester* akan bergerak ....

3. Aspek Afektif (Sikap)

(bobot nilai 1)

Nama : ....

Kelas : ....

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
1. Menggunakan alat uji *Insulation Tester*	1.1. Petunjuk operasi *Insulation Tester* dibaca dan difahami 1.2. Persiapan penggunaan *Insulation tester* sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 1.3. *Insulation Tester* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi 1.4. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja, misalnya bahaya tegangan tinggi dimengerti untuk mencegah timbulnya kecelakaan	Persiapan Awal	Tekun	3	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian Insulation Tester sesuai petunjuk.
				2	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan tergesa-gesa.
				1	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	3	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian sampai > 3x.
				2	Melaksanakan langkah-langkah awal > 2x < 3x.
				1	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian 1x.
			Cermat	3	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				2	Melaksanakan langkah-langkah awal pengoperasian dengan memperhatikan keselamatan diri, dan alat.
				1	Melaksanakan langkah-langkah awal

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
					pengoperasian dengan hanya memperhatikan keselama tan dirinya.
		Mengukur Isolasi	Tekun	3	Melaksanakan langkah-langkah pengukuran isolasi sesuai petunjuk.
				2	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				1	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	3	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan sampai > 3x.
				2	Melakukan pembacaan hasi pengukuran tegangan > 2x < 3x.
				1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan1x.
			Cermat	3	Mengukur tegangan AC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				2	Mengukur tegangan AC dengan memperhatikan keselamatan diri, alat.
				1	Mengukur tegangan AC dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.
		Mengukur Tegangan AC	Tekun	3	Melaksanakan langkah-langkah pengukuran tegangan AC sesuai petunjuk.
				2	Melakukan pengukuran dengan tergesa-gesa.
				1	Melakukan pengukuran dengan sangat tergesa-gesa.
			Teliti	3	Melakukan pembacaan hasil pengukuran

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	**AKTIFITAS**	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
					tegangan sampai > 3x.
				2	Melakukan pembacaan hasi pengukuran tegangan > 2x < 3x.
				1	Melakukan pembacaan hasil pengukuran tegangan 1x.
			Cermat	3	Melaksanakan langkah-langkah pengukuran dengan memperha tikan keselamatan diri, alat, dan lingkungan.
				2	Melaksanakan langkah-langkah pengukuran dengan memperha tikan keselamatan diri, dan alat.
				1	Melaksanakan langkah-langkah pengukuran dengan hanya memperhatikan keselamatan dirinya.

4. Aspek Psikomotor (Keterampilan)

Nama : ....

Kelas : ....

No.	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
1.	Kebenaran langkah-langkah persiapan pengoperasian *Insulation Tester* untuk; mengukur isolasi dan tegangan AC.	4	Benar	1
		0	Salah	0
2.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran Isolasi.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
3.	Kecepatan dan ketepatan membaca hasil pengukuran Tegangan AC.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

NILAI AKHIR

ASPEK YANG DINILAI	SKOR (1-100)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
A. Pengetahuan	15	4	60	Syarat lulus nilai minimal = 75
B. Sikap	9	3	27	
C. Keterampilan	3	4	12	
NILAI AKHIR			**99**	

Bab 4

KEGIATAN BELAJAR 9 :

KONFIGURASI FUNCTION GENERATOR

a. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 9, siswa diharapkan mampu :

1. **Menjelaskan dengan baik fungsi masing-masing kontrol dan indikator dari Function Generator.**
2. **Menjelaskan kegunaan Function Generator dengan baik.**
3. **Menjaga keselamatan alat sesuai dengan petunjuk pemakaian.**

b. Uraian Materi

Perhatikan dan amati gambar function generator dibawah :



www.bkprecision.com

Gambar 43. Function Generator

Function Generator adalah alat ukur elektronik yang menghasilkan, atau membangkitkan gelombang berbentuk sinus, segitiga, *ramp*, segi empat, dan bentuk gelombang pulsa.

Function Generator umumnya menghasilkan frekuensi pada kisaran 0,5 Hz sampai 20 Mhz atau lebih tergantung rancangan pabrik pembuatnya. Frekuensi yang dihasilkan dapat dipilih dengan memutar-mutar tombol batas ukur frekuensi (*frequency range*).

Amplitudo sinyal yang dapat diatur berkisar antara 0,1V – 20 Vp-p (tegangan puncak ke puncak) kondisi tanpa beban, dan 0,1 V – 10Vp-p (Volt *peak to peak*/tegangan puncak ke puncak) dengan beban sebesar 50Ω. *Output* utama ditetapkan oleh *SYNC Output*. Gambar diatas memperlihatkan salah satu bentuk *Function Generator* yang dimaksud.

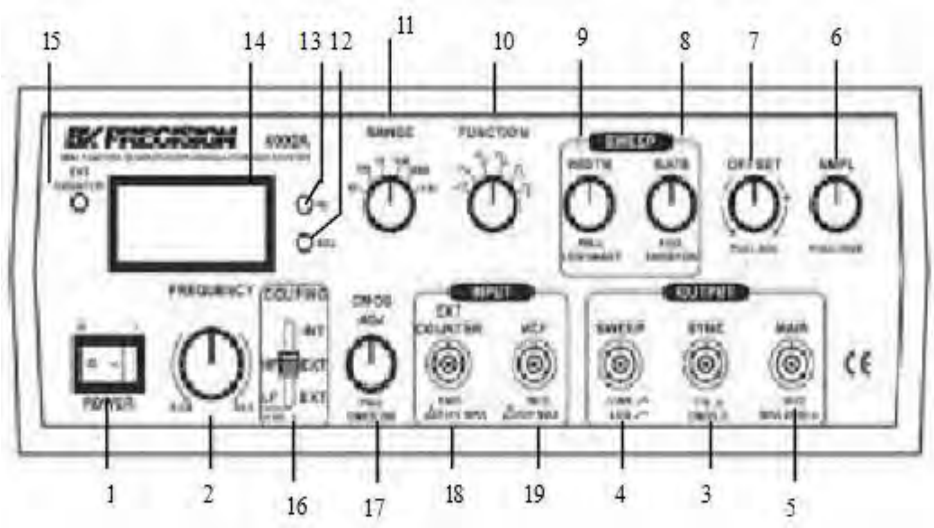
EKSPLORASI

Setelah mengamati contoh gambar function generator diatas, siswa diberikan tugas untuk mengeksplorasi macam - macam function generator berdasarkan : jenis, konstruksi, karaktristik, type, dll.

A. Kontrol dan Indikator

Function Generator dilengkapi dengan kontrol dan indikator yang dapat digunakan sesuai dengan fungsi *Function Generator* itu sendiri.

Cermati gambar kontrol dan indikator pada Function Generator dibawah ini !



Gambar 44. Kontrol dan Indikator

1. Saklar *ON-OFF*.

   Tekan saklar indikator LED akan menyala

2. *FREQUENCY CONTROL*

   Digunakan untuk mengatur batas ukur (*range*) frekuensi dengan faktor pengali dari 0,04 – 4.0

3. *SYNC OUTPUT*

   Men-sinkronkan permukaan sinyal TTL *output* yang berbentuk segi empat dengan frekuensi yang dihasilkan oleh output utama (*main output*

4. *SWEEP OUTPUT*

Ayunan sinyal akan tersedia tanpa memperhatikan posisi saklar “SWEEP ON”

5. *MAIN OUTPUT*

Sinyal output tersedia secara normal atau dalam mode ayunan tergantung pada pilihan mode. Impedans *output* maksimun 50 Ω.

6. *AMPLITUDE KNOB*

Sinyal aplitudo dapat diatur dari 0,1Vp-p sampai 20Vp-p dalam kondisi tanpa beban. Jika tombol ditekan, terjadi pelemahan sinyal sebesar 10 kali.

7. *DC OFFSET*

Tombol pada DC OFFSET akan mengaktifkan tegangan DC pada sinyal utama. Jika tombol diputar searah jarum jam akan dihasilkan tegangan *offset* positip, diputar ke arah sebaliknya akan dihasilkan tegangan *offset* negatip.

8. *SWEEP RATE*

Tombol ini berguna untuk mengatur kecepatan ayunan dari 5 detik ke 25 mili detik. Jika tombol ini ditekan, *mode* operasi ayunan sinyal akan bekerja.

9. *SWEEP WIDHT*

Tombol ini digunakan untuk mengatur lebar ayunan sinyal.

10. *FUNCTION SELECTOR*

Saklar untuk memilih bentuk gelombang.

11. *FREQUENCY RANGE SELECTOR SWITCH*

Saklar pemilih batas (*range*) frekuensi dari 10 Hz sampai 1MHz.

12. *Hz LED*

Jika frekuensi *output* ada pada satuan Hz, LED warna hijau akan menyala.

13. *kHz LED*

Jika frekuensi *output* ada pada satuan kHz, LED warna merah akan menyala.

14. *DIGIT DISPLAY*

Tampilan angka digital untuk menunjukkan besarnya frekuensi yang dihasilkan oleh *patern generator*, atau untuk menampilkan besarnya sinyal input yang disambungkan pada bagian *external input*.

15. *EXT COUNTER LED*

Jika frekuensi luar dikoneksikan dengan *Patern Generator*, LED mulai menghitung dan akan menampilkan angka tertentu.

16 .*COUPLING SWITCH*

Saklar ini dapat diletakkan pada tiga posisi; frekuensi tinggi internal (*Internal High Frequency*), frekuensi tinggi eksternal (*External High Frequency*), dan frekuensi rendah eksternal (*External Low Frequency*).

17. *CMOS ADJUST KNOB*

Ketika tombol berada pada mode CMOS, level CMOS dari *output* "SYNC" akan diatur.

18. *EXTERNAL INPUT BNC*

Konektor untuk menghitung sinyal frekuensi yang berasa dari luar.

19. *VCF INPUT BNC*

Untuk menghubungkan sinyal AC atau sinyal DC yang berasal dari luar, dari 0 hingga 10 Volt.

B. Persiapan Penggunaan Function Generator

Sebelum menggunakan *Function Generator* sebagai alat ukur elektronik, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. **Apakah alat ukur ini sudah tersambung dengan tegangan AC yang benar ?**
2. **Apakah lubang-lubang ventilasi yang ada tidak tertutup oleh benda lain?**
3. **Ventilasi untuk kipas angin berfungsi dengan baik.**
4. **Jika dibutuhkan sebelum dihubungkan dengan rangkaian elektronik lainnya, nggunakan oscilloscope periksalah kinerja Function Generator.**

c. Tugas

1. Cermatilah instrumen *Function Generator* yang ada di sekolah Anda, bandingkan dengan konfigurasi *Function Generator* yang ada pada buku teks bahan ajar ini.

d. Tes Formatif

1. *Function Generator* adalah alat ukur yang digunakan untuk ?
2. Langkah apa saja yang perlu diperhatikan sebelum kita menggunakan *Function Generator* sebagai alat ukur?
3. Kenapa dalam teknik audio video dibutuhkan *Function Generator* ?
4. Tuliskan beberapa panel kontrol indikator yang Anda ketahui!

e. Lembar Kerja

Konfigurasi Function Generator

A. Pendahuluan

Terkadang terjadi suatu kasus; alat ukur elektronik yang dibeli dengan harga mahal, rusak seketika, karena ketidaktahuan orang yang mengoperasikannya. Karena itu lembar kerja di sini lebih diarahkan kepada : Bagaimana Menggunakan *Function Generator* dengan Aman dan Benar.

B. Alat dan Bahan

- Alat

  Function Generator

C. Langkah Kerja

1. Bacalah kembali uraian tentang *Function Generator* yang ada pada Buku Teks Bahan Ajar ini.
2. Perhatikan dengan seksama kontrol dan indikator dari *Function Generator* yang ada di sekolah Anda.
3. Catatlah hal-hal yang Anda anggap penting.

D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

7. Gunakanlah pakaian praktik.
8. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.

9. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
10. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
11. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
12. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

KEGIATAN BELAJAR 10 :

FUNGSI FUNCTION GENERATOR

a. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 10, siswa diharapkan mampu:

1. **Menggunakan *Function Generator* dengan baik dan benar.**
2. **Menggunakan *Function Generator* untuk menghasilkan keluaran *(output)* dalam bentuk ayunan gelombang *(sweep generator output)*.**
3. **Menggunakan *Function Generator* sebagai alat yang dapat menghasilkan frekuensi yang dibutuhkan sebagai pembanding dari frekuensi luar yang akan diukur.**

b. Uraian Materi

Function Generator adalah alat ukur elektronik yang dapat membangkitkan gelombang dalam bentuk sinus, persegi empat dan bentuk gelombang lainnya sesuai dengan kebutuhan. Alat ini juga dapat menghasilkan frekuensi tertentu sesuai dengan kebutuhan. Dalam

pengoperasiannya sebagai alat ukur elektronik (bersama *Oscilloscope*) menjadi alat utama dalam perawatan dan perbaikan perangkat audio-video.

Dalam konteks ini Function Generator dapat diatur untuk membangkitkan gelombang dengan frekuensi tertentu, ayunan gelombang sesuai kebutuhan, dan penghasil frekuensi.

Uraian berikut berisikan fungsi *Function Generator* sebagai;

A. Function Generator Output,
B. Sweep Generator Output,
C. Frequency Counter.

A. *Function Generator Output*

Untuk mendapatkan keluaran (*output*) bentuk gelombang yang diinginkan, dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pilih tipe gelombang yang dibutuhkan dengan cara memutar saklar putar (*rotary switch*) pada control *FUNCTION* (lihat kembali uraian tentang *FUNCTION SELECTOR* pada control dan indicator).
2. Pilih batas ukur (*range*) frekuensi dengan cara memutar saklar pada control *RANGE*.
3. Hubungkan sinyal dari keluaran utama (*Main Output*) ke *Channel*-1 *Oscilloscope* dan sinyal dari *Sync Output* ke *Channel*-2 *Oscilloscope*. Setel

Trigger Source yang terdapat pada Channel-2 *Oscilloscope*.

4. Dengan tombol pengatur, setel frekuensi sinyal, display akan menampilkan pembacaan frekuensi.
5. Melalui tombol pengatur amplitudo, aturlah amplitudo dari sinyal.
6. Menggunakan tombol *OFFSET* aturlah *DC Offset* sesuai dengan tingkat kebutuhan (dari -10 Volt sampai dengan +10 Volt).
7. Sebelum menyambung *Function Generator* ke beban luar (*Oscilloscope*, rangkaian audio), periksalah impedans beban.

B. *Sweep Generator Output*

Untuk mendapatkan ayunan (*sweep*) bentuk gelombang yang diinginkan, dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Hubungkan terminal keluaran utama (*Main Output*) ke *Channel*-1 dari *Oscilloscope*, keluaran ayunan (*Sweep Output*) ke *Channel*-2.
2. *Channel*-2 dari *Oscilloscope* menampilkan bentuk gelombang gigi gergaji.
3. Menggunakan tombol "RATE", atur kecepatan ayunan sinyal (dari 5 detik menjadi 10 mili detik).
4. Atur penggunaan frekuensi sebagaimana penjelasan pada *Function Generator Output*.
5. Tarik saklar "RATE" untuk membuat *mode SWEEP*

on.

6. *Channel*-1 akan menampilkan gelombang ayunan (*sweep wave*).
7. Atur lebar ayunan dengan menggunakan tombol *WIDTH*.

C. *Frequency Counter*

Untuk menggunakan *Function Generator* sebagai *Frequency Counter,* dibutuhkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Periksalah posisi saklar yang terdapat pada control "COUPLING", saklar pada posisi HF digunakan untuk frekuensi lebih dari 100 kHz. Saklar pada posisi LF digunakan untuk frekuensi di bawah 100 kHz.
2. Pada saat *Function Generator* berfungsi sebagai *Frequency Counter,* (saklar pada posisi *counting mode),* "EXT COUNTER LED" akan menyala.
3. Hubungkan sinyal dari luar yang akan dihitung frekuensinya dengan "EXT COUNTER BNC".
4. Display akan menampilkan nilai frekuensi dalam Hz/kHz.

c. Tugas

1. Bacalah uraian tentang Fungsi *Function Generator* dengan teliti !

2. Kerjakan tugas sebagaimana butir e (lembar kerja) yang ada !

d. Tes Formatif

1. *Function Generator* dapat difungsikan sebagai ...
2. Urutan langkah kerja untuk mengoperasikan *Function Generator* sebagai *Function Generator Output* adalah ?
3. Urutan langkah kerja untuk mengoperasikan *Function Generator* sebagai *Sweep Generator Output* adalah ?
4. Urutan langkah untuk mengoperasikan *Function Generator* sebagai *Frequency Counter* adalah ?

e. Lembar Kerja

Menggunakan Function Generator

A. Pendahuluan

Lembar kerja ini berisikan fungsi dari *Function Generator,* dan bagaimana cara menggunakannya sebagai *Function Generator Output, Sweep Generator Output,* dan *Frequency Counter* dalam bentuk praktek yang nyata.

B. Alat dan Bahan

- Alat
    1. *Function Generator*
    2. *Oscilloscope*

C. Langkah Kerja

1. Baca kembali uraian tentang fungsi *Function Generator* yang terdapat apda modul ini.
2. Bandingkan kontrol dan indikator dari *Function Generator* yang tertulis pada modul ini dengan kontrol indikator dari *Function Generator* yang ada di sekolah Anda.
3. Dengan menggunakan alat bantu *Oscilloscope*, jalankanlah fungsi *Function Generator* sebagai *Function Generator Output, Sweep Generator Output,* dan *Frequency Counter*.
4. Catatlah hasil-hasilnya dan konsultasikan dengan guru.
5. Mintalah penilaian pada guru.

d. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

EVALUASI

A. FUNCTION GENERATOR

A. Aspek Kognitif (Pengetahuan)

Tes Tertulis Teori Bagian A (bobot nilai 3)

1. *Function Generator* adalah ...
2. *Function Generator* pada modul ini dapat menghasilkan sinyal amplitudo yang dapat diatur berkisar antara ...
3. Sebagai alat bantu dalam perbaikan perangkat audio-video, *Function Generator* perlu didampingi *oscilloscope*, kenapa ?
4. Tuliskan tiga fungsi dari *Function Generator* !
5. *Function Generator* pada modul ini dapat menghasilkan frekuensi pada kisaran ...
6. *FREQUENCY CONTROL* pada *Function Generator* digunakan untuk ...
7. *SYNC OUTPUT* pada *Function Generator* digunakan untuk ...
8. Apa yang diaktifkan oleh DC OFFSET?
9. *SWEEP RATE* pada *Function Generator* digunakan untuk ...
10. *SWEEP WIDHT* pada *Function Generator* digunakan untuk ...
11. *FUNCTION SELECTOR* pada *Function Generator* digunakan untuk ...
12. *FREQUENCY RANGE SELECTOR SWITCH* pada *Function Generator* digunakan untuk ...
13. *COUPLING SWITCH* pada *Function Generator* digunakan untuk
14. *VCF INPUT BNC* pada *Function Generator* digunakan untuk ...

15. *EXTERNAL INPUT* BNC pada *Function Generator* digunakan untuk ...

Tes Tertulis Praktek Bagian B (bobot nilai 5)

1. Uraikan langkah-langkah kerja dimana *Function Generator* dioperasikan sebagai *Function Generator Output !*
2. Uraikan langkah-langkah kerja dimana *Function Generator* dioperasikan sebagai *Sweep Generator Output* !
3. Uraikan langkah-langkah kerja dimana *Function Generator* dioperasikan sebagai *Frequency Counter* !

B. Aspek Afektif (Sikap)

(bobot nilai 2)

NAMA :

KELAS :

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur (Function Generator)	4.5.1. Petunjuk operasi *Function Generator* dibaca dan dipahami 4.5.2. Persiapan penggunaan *Function Generator* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3. *Function Generator* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya sinyal apa yang diharapkan (*sinusoidal*, gigi gergaji, *ramp*, *rectangular*, atau yang lain), level DC dari sinyal output : ada komponen DC atau tidak ada, berapa level *peak-to-peak* yang diinginkan,	Persiapan Awal Penggunaan *Function Generator*	Tekun	2	Mendengarkan dengan sungguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

<table>
<tr><th>KOMPETENSI</th><th>KRITERIA KINERJA</th><th>AKTIFITAS</th><th>ASPEK YANG DINILAI</th><th>SKOR</th><th>KETERANGAN</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">frekuensinya tetap atau variabel, termodulasi atau tidak
4.5.4. Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik
4.5.5. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">Cermat</td><td>2</td><td>Memasang kabel penyidik (probes), kabel AC dan memposisikan kontrol indikator dengan benar.</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Memasang kabel penyidik (probes), kabel AC dengan benar, memposisikan kontrol indikator tidak benar.</td></tr>
<tr><td>0</td><td>Memasang kabel penyidik (probes), kabel AC dan memposisikan kontrol indikator tidak benar.</td></tr>
</table>

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Function Generator)	4.5.1. Petunjuk operasi *Function Generator* dibaca dan dipahami 4.5.2. Persiapan penggunaan *Function Generator* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3. Function *Generator* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya sinyal apa yang diharapkan (*sinusoidal*, gigi gergaji, *ramp*, *rectangular*, atau yang lain), level DC dari sinyal output : ada komponen DC atau tidak ada, berapa level *peak-to-peak* yang diinginkan, frekuensinya tetap atau variabel, termodulasi atau tidak 4.5.4. Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih	Penggunaan *Func tion Generator* sebagai *Function Generator Output*.	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.
			Cermat	2	Mampu menggunakan *Functi on Generator* sebagai *Functi on Generator Output* sesuai dengan petunjuk pengoperasian.

	baik 4.5.5. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja			1	Sebagian langkah-langkah memposisikan *Generator* sebagai *Function Generator Output*. dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi- kan kontrol indikator *Function* *Generator* sebagai *Function –* *Generator Output* salah.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Function Generator)	4.5.1. Petunjuk operasi *Function Generator* dibaca dan dipahami 4.5.2. Persiapan penggunaan *Function Generator* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3. *Function Generator* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya sinyal apa yang diharapkan (*sinusoidal*, gigi gergaji, *ramp*, *rectangular*, atau yang lain), level DC dari sinyal output : ada komponen DC atau tidak ada, berapa level peak-to-peak yang diinginkan, frekuensinya tetap atau variabel, termodulasi atau tidak 4.5.4. Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik	Penggunaan *Func tion Generator* Sebagai *Sweep Generator Output*.	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.
			Cermat	2	Mampu menggunakan *Functi* *on Generator* sebagai *Sweep Generator* sesuai dengan petunjuk pengoperasian.

	4.5.5. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja			1	Sebagian langkah-langkah memposisikan *Generator* seba gai *Sweep Generator Output*. dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi- kan kontrol indikator *Function Generato*r sebagai *Sweep Ge nerator Output* salah.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Function Generator)	4.5.1. Petunjuk operasi *Function Generator* dibaca dan dipahami 4.5.2. Persiapan penggunaan *Function Generator* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3. *Function Generator* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya sinyal apa yang diharapkan (*sinusoidal*, gigi gergaji, *ramp*, *rectangular*, atau yang lain), level DC dari sinyal output : ada komponen DC atau tidak ada, berapa level peak-to-peak yang diinginkan, frekuensinya tetap atau variabel, termodulasi atau tidak 4.5.4. Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik	Penggunaan *Function Generator* Sebagai *Frequency Counter*.	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.
			Cermat	2	Mampu menggunakan *Functi* *on Generator* sebagai *Frequency Counter* sesuai dengan petunjuk pengoperasian.

	4.5.5. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja			1	Sebagian langkah-langkah memposisikan *Generator* sebagai *Frequency Counter* dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi- kan kontrol indikator *Function* *Generator* sebagai *Frequency Counter* salah.

C. Aspek Psikomotor (Ketrampilan)

NAMA :

KELAS :

NO	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
01	Kebenaran langkah-langkah persiapan pengoperasian *Function Generator* untuk menghasilkan bentuk gelombang yang diingin kan, ayunan bentuk gelombang yang diinginkan, menghitung frekuensi gelombang yang dihasilkan, serta ketepatan mengguna kan kontrol indikator dari *Function Generator* untuk pengopera sian yang dimaksud.	4	Benar	1
		0	Salah	0
02	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *Function Generator* sebagai *Function Generator Output* untuk menghasilkan bentuk gelombang yang diinginkan.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
03	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *Function Generator* sebagai *Sweep Generator Output* untuk menghasilkan ayunan	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5

	bentuk gelombang yang diinginkan.	0	> 3 menit	0
04	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *Function Generator* sebagai *Frequency Counter* menghitung frekuensi yang diha silkan.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

D. PENGGABUNGAN KETIGA NILAI

ASPEK	SKOR (1-100)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
PENGETAHUAN (A)	15	3	45	Syarat lulus nilai minimal = 75
PENGETAHUAN (B)	3	5	15	
SIKAP	12	2	24	
KETRAMPILAN	4	4	16	
NILAI AKHIR			100	

Bab 5

KEGIATAN BELAJAR 11 :
KONFIGURASI WATTMETER

a. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 11 ini, siswa diharapkan mampu :

1. **Menjelaskan dengan baik penggunaan wattmeter.**
2. **Menjelaskan cara pembacaan pada penunjukkan ukuran dari wattmeter.**
3. **Menjaga keselamatan alat sesuai dengan petunjuk pemakaian.**

b. Uraian Materi

Wattmeter merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengetahui berapa besarnya daya listrik nyata pada beban yang sedang beroperasi dalam suatu sistem kelistrikan dengan beberapa kondisi beban, seperti beban DC, beban AC satu fasa serta beban AC tiga fasa. Dalam pengoperasiannya harus memperhatikan petunjuk yang

ada pada manual book atau tabel yang tertera pada wattmeter.

Demikian juga dalam hal pembacaannya harus mengacu pada manual book yang ada.

Daya listrik dalam pengertiannya dapat dikelompokkan dalam dua kelompok sesuai dengan catu tenaga listriknya, yaitu daya listrik DC dan daya listrik AC.

Daya listrik DC dirumuskan sebagai :

P = V . I

Dimana :

P = Daya (Watt),

Sedangkan Daya listrik AC terdapat dua macam yaitu: daya untuk satu fasa dan daya untuk tiga fasa, dimana dapat dirumuskan sebagai berikut :

Pada sistem satu fasa :

P = V. I . cos φ

Dimana :

V = Tegangan kerja (Volt),

I = Arus yang mengalir ke beban (Ampere)

Pada sistem tiga fasa :

$$P = 3 . V . I . \cos \varphi$$

Dimana :

V = Tegangan fasa netral (volt),

I = Arus yang mengalir ke beban (Ampere)

Secara umum daya listrik mengandung unsur resistansi dan reaktansi atau impedansi kompleks sehingga daya yang diserap tergantung pada sifat beban. Hal tersebut dikarenakan yang menyerap daya adalah beban yang bersifat resistif, sedang beban yang bersifat reaktif tidak menyerap daya. Dengan demikian perkalian antara tegangan efektif dengan arus efektif adalah merupakan daya semu (S).

$$S = V . I$$

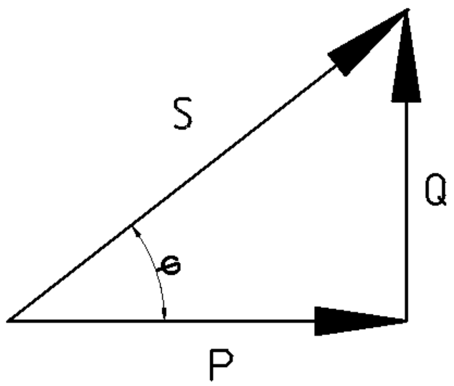
Sedangkan besarnya daya nyata (P) adalah :

$$P = V . I . \cos \varphi$$

Juga daya yang disebabkan oleh beban reaktif (Q), besarnya adalah :

$$Q = V . I . \sin \varphi$$

Hubungan antara ketiga daya nyata, daya semu dan daya reaktif dapat dilukiskan dengan segitiga daya berikut :



Gambar 45. Segitiga Daya

Perhatikan dan amati !

Dibawah ini diperlihatkan gambar wattmeter analog berikut konstruksi rangkaian dasarnya.



Gambar 46. Watt-meter

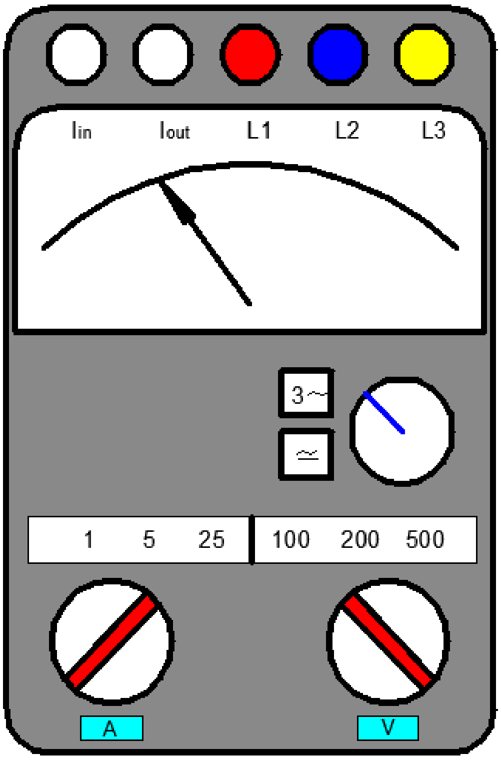
Pada rangkaian dasar Wattmeter, kumparan arus dari Wattmeter dihubungkan secara seri dengan rangkaian (beban), dan kumparan tegangan dihubungkan parallel dengan line. Jika arus line mengalir melewati kumparan arus dari Wattmeter, maka akan membangkitkan medan di sekitar kumparan. Kuat medan ini sebanding dengan besarnya arus line kumparan tegangan dari wattmeter yang dipasang seri dengan resisitor dengan nilai resistansi sangat tinggi. Tujuannya adalah untuk membuat rangkaian kumparan tegangan dari meter mempunyai ketelitian tinggi. Jika tegangan dipasangkan ke kumparan tegangan, arus akan sebanding dengan tegangan line.

EKSPLORASI

Setelah mengamati contoh gambar watt meter dan konstruksi dasarnya diatas, maka siswa diberikan tugas mengeksplorasi macam – macam watt meter berdasarkan : jenis, konstruksi, karaktristik, type, dll.

Perhatikan dan amati !

Dibawah ini diperlihatkan gambar kerja konstruksi Wattmeter agar mempermudah dalam menggunakan dan mengukur beban, baik yang bersumber arus DC maupun arus AC.



Keterangan Gambar :

I_{in} = arus masuk

I_{out} = arus keluar

L1 = phase R

L2 = phase S

L3 = phase T

3 ~ = penggunaan wattmeter untuk sistem 3 phase

~ = penggunaan wattmeter untuk sistem 1 phase / untuk DC

Gambar 47. Konstruksi Wattmeter

Pembacaan dari nilai didasarkan pada rumusan sebagai berikut:

$$P = U \cdot I \cdot C$$

Dimana :

U = pembacaan pada jarum penunjuk wattmeter

I = pemilihan arus (dari switch jarum menunjuk pada skala tertentu)

C = faktor koreksi dapat dilihat pada tabel di Wattmeter.

Adapun tabel pada wattmeter yang merupakan faktor koreksi, adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Faktor Koreksi

I	U	P = U . I . C			
I_{max} =1.2 * I	U_{max}=1.2 * U	C1ph		C3ph	
		0...100	0...250	0....100	0....250
1 A	100 V	1	_	2	_
	200 V	2	_	4	_
	500 V	5	_	10	_
5 A	100 V	5	_	10	_
	200 V	10	_	20	_
	500 V	_	10	_	20
25 A	100 V	_	10	_	20
	200 V	_	20	100	_
	500 V	_	50	_	100

c. Tugas

1. Cermatilah instrumen *Wattmeter* yang ada di sekolah Anda, bandingkan dengan konfigurasi *Wattmeter* yang ada pada buku teks bahan ajar ini.

d. Tes Formatif

1. Sebutkan rumusan dari daya pada pengukuran daya listrik DC ?
2. Sebutkan rumusan dari daya pada pengukuran daya listrik AC ?
3. Sebutkan jumlah terminal input outpu pada Wattmeter ?
4. Sebutkan range apa saja yang terdapat sebagai fungsi dari penggunaan dan pembacaan pada watt

meter ?

5. Tuliskan rumusan pembacaan daya pada Wattmeter dan berikan keterangan dari rumusannya ?

e. Lembar Kerja

Konfigurasi Wattmeter

A. Pendahuluan

Terkadang terjadi suatu kasus; alat ukur elektronik yang dibeli dengan harga mahal, rusak seketika, karena ketidaktahuan orang yang mengoperasikannya. Karena itu lembar kerja di sini lebih diarahkan kepada : Bagaimana Menggunakan Wattmeter dengan Aman dan Benar.

B. Alat dan Bahan

Alat *Wattmeter*

C. Langkah Kerja

1. Bacalah kembali uraian tentang wattmeter yang ada pada buku teks bahan ajar ini.
2. Perhatikan dengan seksama kontrol dan indikator dari Wattmeter yang ada di sekolah Anda.
3. Catatlah hal-hal yang Anda anggap penting.

D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

KEGIATAN BELAJAR 12 :

FUNGSI WATT METER

A. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 12, siswa diharapkan mampu :

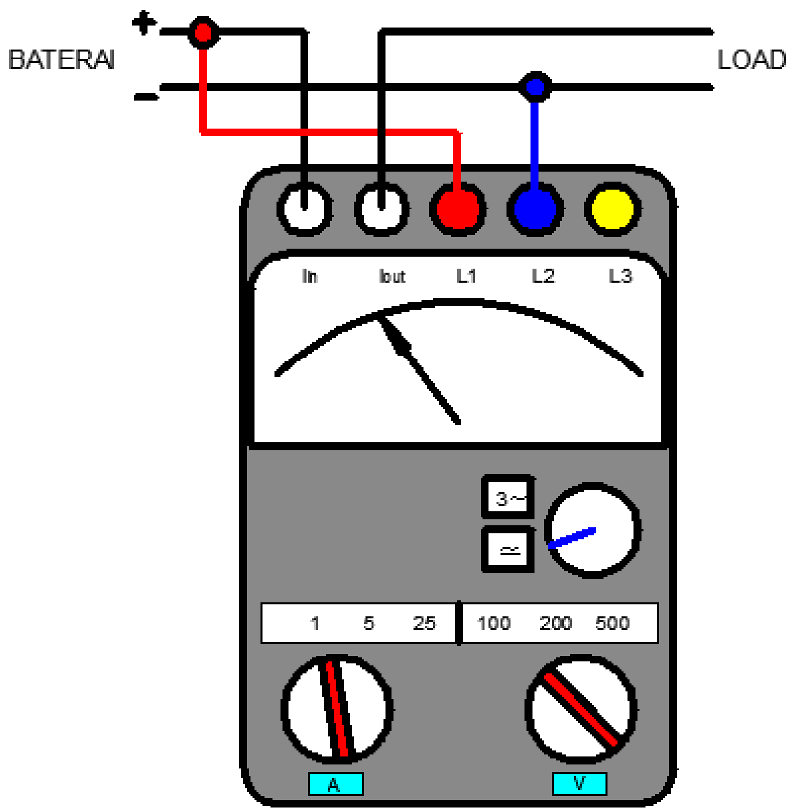
1. **Mengoperasikan Wattmeter saat dipergunakan untuk mengukur daya arus searah serta pembacaan pada penunjukannya.**
2. **Mengoperasikan Wattmeter saat dipergunakan untuk mengukur daya arus bolak – balik satu phase serta pembacaan pada penunjukannya.**
3. **Mengoperasikan Wattmeter saat dipergunakan untuk mengukur daya arus bolak – balik tiga phase serta pembacaan pada penunjukannya.**

B. Uraian Materi

a. Pengukuran Daya Arus Searah

Perhatikan dan amati !

Dibawah ini diperlihatkan gambar Bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya DC.



Gambar 48. Bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya DC

Wattmeter adalah instrumen pengukur daya listrik yang merupakan kombinasi voltmeter dan ampermeter.

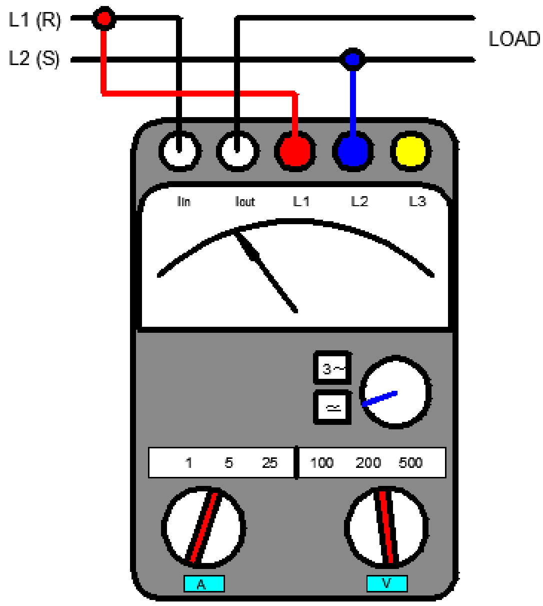
Pengukuran daya arus searah dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur Wattmeter. Didalam instrument ini terdapat dua macam kumparan yaitu kumparan arus dan kumparan tegangan.

Kopel yang dikalikan oleh kedua macam kumparan tersebut berbanding lurus dari hasil perkalian arus dan tegangan.

b. Pengukuran Daya Arus Bolak – Balik Satu Phase

Perhatikan dan amati !

Dibawah ini diperlihatkan gambar Bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya satu phase.



Gambar 49. Bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya satu phase

Pengukuran daya arus bolak - balik dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur Wattmeter. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa dalam menghubungkan ke beban dan saluran supply daya listrik wattmeter untuk pengukuran daya satu phase ada kesamaan dengan pengukuran daya DC,

terminal input output pada Wattmeter mempunyai kesamaan dengan saat mengukur daya DC.

Pada pengukuran daya listrik beban arus bolak balik satu phase dilaksanakan dengan menggunakan 4 titik terminal I/O pada Wattmeter yaitu terminal Iin, Iout, L1 dan L2. Perhitungan perlu dilakukan seperti yang tertera pada tabel yang tersedia di atas.

c. Pengukuran Daya Arus Bolak – Balik Tiga Phase

Perhatikan dan amati !

Contoh :

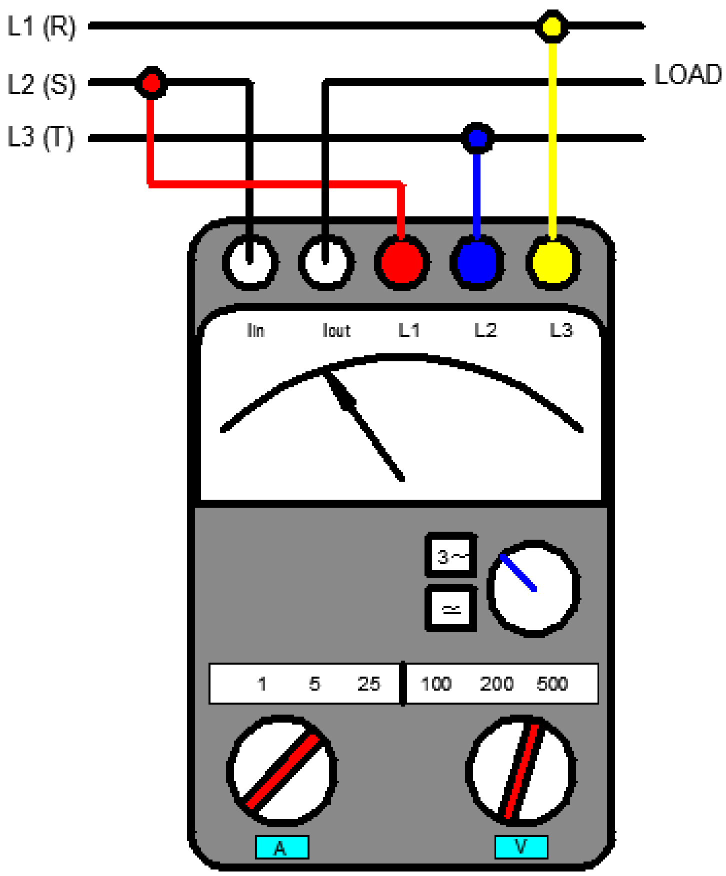
Pada pengukuran beban 1 phase switch arus (I) pada posisi angka 5 selanjutnya switchtegangan (V) pada posisi 100 maka C = 5 (sesuai tabel di atas), selanjutnya apabila jarum menunjukan angka 30 maka pembacaan daya dirumuskan sebagai berikut :

P = U.I.C

P = 30 . 5 . 5

P = 750 watt

Dibawah ini diperlihatkan gambar bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya satu phase.



Gambar 50. Bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya tiga phase

C. Tugas

1. Bacalah uraian tentang Fungsi *Wattmeter* dengan

teliti.

2. Kerjakan tugas sebagaimana butir e (lembar kerja) yang ada.

D. Tes Formatif

1. Berikan contoh dari suatu elemen aktif sebagai catu daya dc lengkap dengan spesifikasinya ?
2. Gambarkan wattmeter pada suatu merk tertentu lengkap dengan switch pengatur yang dirangkai pada suatu peralatan DC dan sistem catu dayanya ?
3. Rumuskan pembacaan dari Wattmeter tersebut diatas!
4. Mengapa pada rumusan daya sistem DC tidak terdapat Cos φ ?
5. Sebutkan macam macam peralatan listrik dengan catu daya AC satu phase ?
6. Sebutkan rumusan dari daya pada pengukuran daya listrik AC satu phase secara teori dan secara pengukuran dengan Wattmeter ?
7. Sebutkan jumlah terminal input output pada Wattmeter pada pengukuran dayaAC satu phase?
8. Sebutkan range apa saja yang terdapat sebagai fungsi dari penggunaan dan pembacaan pada Wattmeter untuk pengukuran daya AC satu phase?
9. Sebutkan macam macam elemen aktif penghasil tegangan AC satu phase dan berikan contoh spesifikasi dari elemen aktif tersebut ?
10. Sebutkan macam macam peralatan listrik dengan catu daya AC tiga phase ?

11. Sebutkan rumusan dari daya pada pengukuran daya listrik AC tiga phase secara teori dan secara pengukuran dengan Wattmeter ?
12. Sebutkan jumlah terminal input output pada Wattmeter pada pengukuran daya AC phase ?
13. Sebutkan range apa saja yang terdapat sebagai fungsi dari penggunaan dan pembacaan pada watt meter untuk mengukur daya AC tiga phase ?
14. Sebutkan macam macam elemen aktif penghasil tegangan AC tiga phase dan berikan contoh spesifikasi dari elemen aktif tersebut ?

E. Lembar Kerja

Menggunakan Wattmeter

A. Pendahuluan

Lembar kerja ini berisikan cara menggunakan wattmeter untuk mengukur daya arus DC, daya arus bolak – balik satu phase dan daya arus bolak – balik tiga phase.

B. Alat dan Bahan

- Alat

  Wattmeter

C. Langkah Kerja

1. Baca kembali uraian tentang fungsi Wattmeter yang terdapat apda buku teks bahan ajar ini.
2. Bandingkan kontrol dan indikator dari *Wattmeter* yang tertulis pada buku teks bahan ajar dengan kontrol indikator dari *Wattmeter* yang

ada di sekolah Anda.

3. Lakukanlah pengukuran sesuai dengan latihan yang diberikan oleh guru sesuai dengan aturan dengan benar.
4. Catatlah hasil-hasilnya dan konsultasikan dengan guru.
5. Mintalah penilaian pada guru.

Lembar Kerja 1 :

Alat dan Bahan

1. Wattmeter 1 buah
2. Accumulator 1 buah
3. Resistor geser 1 buah
4. Power suplay 1 buah
5. Kabel penghubung Secukupnya

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
2. Rangkaian peralatan seperti gambar Setelah selesai merangkai, periksalah kepada intruktur.

3. Hubungkan rangkaian ke sumber tegangan Accumulator, amati penunjukan alat ukur
4. Hubungkan saklar S, naikkan arus beban dengan mangatur load resistor sampai amperemeter menunjuk sama dengan arus nominal wattmeter.
5. Catat hasil penujukan pada tebel 2, kemudian atur load resistor ke posisi arus minimum (lihat penunjukan amperemeter).
6. Setel saklar S pada posisi OFF, putuskan hubungan ke sumber tegangan.
7. Tanpa membongkar rangkaian, sesuaikan rangkaian seperti gambar bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya DC, dengan merubah posisi hubungan kumparan tegangan Wattmeter.
8. Hubungkan rangkaian ke sumber tegangan (saklar S posisi OFF), amati dengan seksma penunjukan wattmeter dan catat hasilnya pada table 2.
9. Lakukan percobaan seperti langkah 5, catat hasilnya pada tabel 2.
10. Putuskan hubungan pada rangkaian ke sumber tegangan.
11. Rapikan alat dan bahan, dan kembalikan ke tempat semula.

Tabel 2.

No.	**Ampere meter**	**Volt meter**	**C**	**P = U . I . C**	**Ket.**
1					
2					
3					

Lembar Kerja 2 :

Alat dan Bahan

1. Wattmeter	1 buah
2.Amperemeter	1 buah
3.Beban resistor	1 buah
4.Power supplay	1 buah
5. Kabel penghubung	Secukupnya

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Rangkaian peralatan seperti gambar .
3. Setelah selesai merangkai, periksalah kepada instruktur.
4. Hubungkan rangkaian ke sumber tegangan, amati penunjukan alat ukur (apabila tidak menunjuk catat nol pada tabel 3).
5. Catat hasil penunjukan pada tabel 3.
6. Lakukan percobaan seperti langkah 5, catat hasilnya pada tabel 3.
7. Putuskan hubungan rangkaian ke sumber tegangan.
8. Rapikan alat dan bahan, dan kembalikan ke tempat semula.

Tabel 3.

No.	Pengukuran			Perhitungan			Ket.
	U	I	C	P	Q	φ	
1							
2							
3							
4							
5							

Lembar Kerja 3 :

Alat dan Bahan

1. Wattmeter	1 buah
2. Saklar tiga phase	1 buah
3. Beban tiga phase	1 buah
4. Power suplay tiga phase	1 buah
5. Kabel penghubun	1 Set

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakanlah pakaian praktik.
2. Bacalah dengan seksama dan benar petunjuk praktikum.
3. Hati-hati dengan aliran arus listrik.
4. Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.

5. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.
6. Tanyakan kepada instruktur hal-hal yang meragukan.

Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Rangkai peralatan sesuai dengan gambar.
3. Hubungkan rangkai ke sumber tegangan.
4. Hubungkan rangkaian ke sumber tegangan, amati penunjukan alat ukur (apabila tidak menunjuk catat nol pada tabel 4).
5. Catat hasil penunjukan pada tabel 4.
6. Lakukan percobaan seperti langkah 5, catat hasilnya pada tabel 4.
7. Putuskan hubungan rangkaian ke sumber tegangan.
8. Rapikan alat dan bahan, dan kembalikan ke tempat semula.

Tabel 4.

No.	Pengukuran			Perhitungan			Ket.
	U	I	C	P	Q	φ	
1							
2							
3							
4							
5							

EVALUASI

WATTMETER

A. Aspek Kognitif (Pengetahuan)

Tes Tertulis Teori Bagian A (bobot nilai 5)

1. Jelaskan penggunaan dari wattmeter ?
2. Gambarkan wattmeter pada suatu merk tertentu lengkap dengan switch pengatur ?
3. Rumuskan pembacaan dari gambar Konstruksi Wattmeter diatas !
4. Jelaskan tentang segitiga daya?

Tes Tertulis Teori Bagian B (bobot nilai 2)

1. Berikan contoh dari suatu elemen aktif sebagai catu daya dc lengkap dengan spesifikasinya ?
2. Gambarkan wattmeter pada suatu merk tertentu lengkap dengan switch pengatur yang dirangkai pada suatu peralatan DC dan sistem catu dayanya?
3. Rumuskan pembacaan dari gambar bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya DC !
4. Mengapa pada rumusan daya sistem DC tidak terdapat Cos φ ?
5. Berikan contoh dari suatu elemen aktif sebagai catu daya AC satu phase lengkap dengan spesifikasinya ?
6. Rumuskan pembacaan dari gambar Wattmeter untuk pengukuran daya beban satu phase !
7. Mengapa pada rumusan daya sistem AC satu phase terdapat Cos φ?
8. Gambarkan wattmeter pada suatu merk tertentu lengkap dengan switch pengatur yang dirangkai pada suatu peralatan AC satu

phase dan sistem catu-daya nya?

9. Berikan contoh dari suatu elemen aktif sebagai catu daya AC tiga phase lengkap dengan spesifikasinya ?
10. Gambarkan wattmeter pada suatu merk tertentu lengkap dengan switch pengatur yang dirangkai pada suatu peralatan AC tiga phase dan sistem catu dayanya?
11. Rumuskan pembacaan dari gambar Wattmeter untuk pengukuran daya beban tiga phase !
12. Mengapa pada rumusan daya sistem AC tiga phase terdapat dua rumusan ?

B. Aspek Afektif (Sikap)

(bobot nilai 3)

NAMA :

KELAS :

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Wattmeter)	4.5.1 Petunjuk operasi *Wattmeter* dibaca dan dipahami 4.5.2 Persiapan penggunaan Wattmeter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3 *Wattmeter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. 4.5.4 Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.5 Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja	Persiapan Awal Penggunaan *Wattmeter*	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh- sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
			Cermat	2	Memasang kabel jamper pada wattmeter dihubungkan (ke sumber AC/DC & beban) dan memposisikan kontrol indikator dengan benar.
				1	Memasang kabel jamper pada wattmeter dihubungkan (ke sumber AC/DC & beban) dengan benar dan tidak memposisikan kontrol indikator dengan benar.
				0	Memasang kabel jamper pada wattmeter dihubungkan (ke sumber AC/DC & beban) dan tidak memposisikan kontrol indikator dengan benar.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Wattmeter)	4.5.1 Petunjuk operasi *Wattmeter* dibaca dan dipahami 4.5.2 Persiapan penggunaan Wattmeter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3 *Wattmeter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. 4.5.4 Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.5 Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja	Penggunaan Wattmeter dengan daya DC	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

			Cermat	2	Mampu menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya DC sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah proses pengukuran dengan menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya DC tidak sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				0	Tidak mampu menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya DC sesuai dengan petunjuk pengoperasian.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Wattmeter)	4.5.1 Petunjuk operasi *Wattmeter* dibaca dan dipahami 4.5.2 Persiapan penggunaan Wattmeter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3 *Wattmeter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. 4.5.4 Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.5 Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan	Penggunaan Wattmeter dengan daya AC satu phase	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

	petunjuk kerja		Cermat	2	Mampu menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya AC satu phase sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah proses pengukuran dengan menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya AC satu phase tidak sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				0	Tidak mampu menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya AC satu phase sesuai dengan petunjuk pengoperasian.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Wattmeter)	4.5.1 Petunjuk operasi *Wattmeter* dibaca dan dipahami 4.5.2 Persiapan penggunaan Wattmeter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3 *Wattmeter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. 4.5.4 Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.5 Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja	Penggunaan Wattmeter dengan daya AC tiga phase	Tekun	2	Mendengarkan dengan sungguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

			Cermat	2	Mampu menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya AC tiga phase sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah proses pengukuran dengan menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya AC tiga phase tidak sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				0	Tidak mampu menggunakan Wattmeter untuk mengukur dengan daya AC tiga phase sesuai dengan petunjuk pengoperasian.

C. Aspek Psikomotor (Ketrampilan)

NAMA :

KELAS :

NO	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
01	Kebenaran langkah-langkah persiapan pengoperasian wattmeter untuk menghasilkan penunjukkan hasil ukur yang tepat.Mulai dari memilih alat ukur yang baik, merangkai bagan hubungan pada wattmeter sesuai dengan yang ditugaskan(daya DC, daya AC satu phase,daya AC tiga phase), mensetting pada posisi nol penunjukkan jarum ukur, sampai dengan menghasilkan perhitungan daya yang diperoleh dengan benar.	5	Benar	1
		0	Salah	0
02	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan wattmeter	5	< 2 menit	1

NO	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
	untuk menghasilkan nilai ukur dengan cara pembacaan yang benar.	2.5	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0		
03	Melaksanakan keselamatan kerja dan kesehatan dalam bekerja dengan benar	5	Benar	1
		0	Salah	0
04	Menyelesaikan kegiatan akhir praktek dilanjutkan dengan merapikan kembali alat dan bahan yang digunakan serta disimpan pada tempatnya.	5	< 2 menit	1
		2.5	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

PENGGABUNGAN KETIGA NILAI

ASPEK	SKOR (1-100)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
PENGETAHUAN (A)	4	5	20	Syarat lulus nilai minimal = 75
PENGETAHUAN (B)	12	2	24	
SIKAP	12	3	36	
KETRAMPILAN	4	5	20	
NILAI AKHIR			100	

Bab 6

KEGIATAN BELAJAR 13 :

KONFIGURASI ALAT UKUR COS PHI-METER

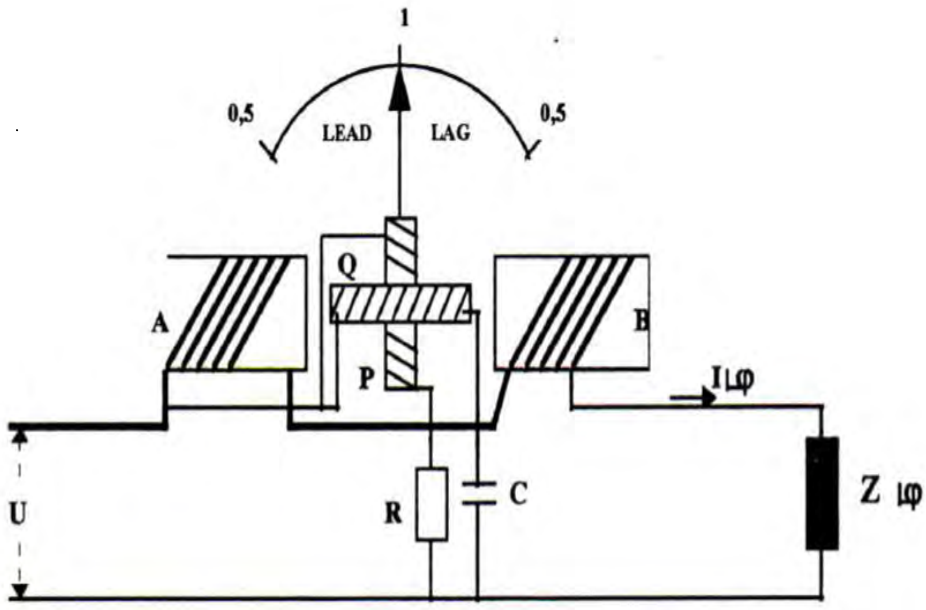
A. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 13, siswa diharapkan mampu :

1. **Mengetahui konfigurasi alat ukur cos φ meter**
2. **Memahami kegunaan seluruh integrasi perangkat yang terdapat dalam alat ukur cos φ meter.**
3. **Menggunakan alat ukur cos φ meter untuk mengukur bedha pasa suatu beban resistip.**
4. **Menggunakan alat ukur cos φ meter untuk mengukur pergeseran phasa pada beban induktif**
5. **Menggunakan alat ukur cos φ meter untuk mengukur bedha pasa pada beban kapasitip.**
6. **Menghitung kapasitor yang berguna untuk perbaikan suatu faktor daya pada ke 3 beban listrik tadi di atas.**

B. Uraian Materi

Cos φ meter adalah alat ukur faktor kerja daya untuk jaringan ac yang akan mengukur suatu pergeseran phasa antara tegangan dan arus pada suatu beban listrik. Dalam hal ini alat ukur cos φ meter termasuk suatu alat ukur tipe elektrodinamis kumparan silang. Untuk rangkaian cos φ meter dapat dilihat pada gambar dibwah ini :



Gambar 51. Cos φ Meter

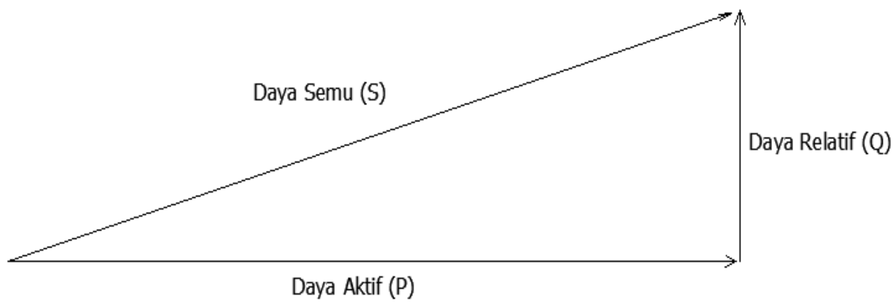
Keterangan GB cos φ meter jumlah lilitan P dan Q sama banyak dimana kumparan P dihubung seri dengan tahanan R dan kumparan Q dihubung seri dengan tahanan C, sehingga arus yang melalui kumparan Q mendahului arus melalui kumparan P sebesar 90° listrik. Apabila cos φ meter bekerja pada jaringan beban resistip maka arus yang mengalir pada kumparan P akan sephasa dengan arus yang mengalir pada kumparan tetap AB sehingga torsi kumparan silang = 0. Maka jarum penunjuk tidak bergerak yang dikalibrasi cos φ = 1. Tetapi jika beban reaktip murni (L atau C). Arus melalui kumparan Q akan sepasa dengan kumparan AB dan berbeda

phasa dengan kumparan P sebesar 90 derajat akibatnya kumparan silang (tegangan) bergerak sedemikian rupa dimana kumparan Q membentuk posisi baru menjadi tegak lurus terhadap kumparan AB yang ditandai dengan cos φ = 0. Selanjutnya jarum akan bergerak sebesar φ derajat. Apabila arus beban I bergeser sebesarφ derajat terhadap beban.

Arah gerakan jarum penunjuk searah jarum jam ditandai dengan (LAG) atau mendahului Dan yang berlawanan dengan arah jarum jam akan ditandai dengan (LEAD) atau tertinggal Dapat dibaca pada papan skala pembacaan cos φ meter.

❖ **Jenis jenis daya arus bolak balik**

Untuk lebih jelasnya mengenai jenis daya listrik maka dibawah ini digambarkan suatu segitiga daya sbb.



Sudut antara vektor daya aktip dan daya semu adalah sudut pergeseran phasa dan perbandingan antara kedua vektor tersebut disebut faktor daya dari beban (cos φ).

$$\text{Jadi } \cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{V.I}$$

$$\text{Sin } \varphi = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{V.I}$$

Dimana :

V = tegangan sumber (Volt)

I = Arus beban (ampere)

P = Daya aktif (watt)

Q = Daya reaktif (VAR)

S = Daya Semu (VA)

- **Perbaikan faktor daya dengan menghitung nilai kapasitor**

  Suatu usaha yang dapat dilakukan untuk memperkecil geseran phasa antara arus dan tegangan (mempebesar faktor daya) adalah dengan menambah kapasitor secara paralel pada beban tersebut karena seperti kita ketahui bahwa arus yang mengalir pada kapasitas yang berlawanan dengan arus yang mengalir pada beban induktif sehingga dengan demikian arus reaktif akan lebih kecil dan bila dapat diharapkan menjadi nol.

  Seperti diketahui bahwa daya reaktif :

$$QC = P (\text{Tan } \varphi\ 1 - \text{Tan } \varphi\ 2)$$

Dimana :

$$P = V . I . \text{Cos } \varphi$$

Dan

$Q = V.\ I\ (\text{Tan}\ \varphi\ 1)$

Maka didapat $XC = \frac{V^2}{QC}$

Maka nilai $C = \frac{1}{2\pi f c}$

CONTOH SOAL :

Sebuah lampu TL Diketahui :

$V = 228$ Volt ; $I = 0{,}275$ A ; Cos $\varphi = 0{,}45$

DITANYAKAN ?

Hitung besarya kapasitor yang harus dipakai agar Cos φ dari lampu TL menjadi ideal = 0,9. Dan gambarkan segitiga daya sebelum dan sesudah perbaikan cos φ nya !

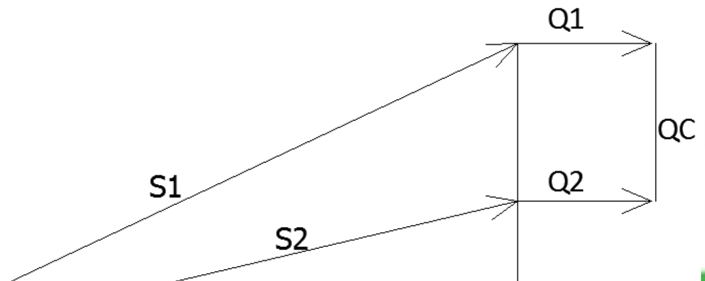
JAWAB :

Cos $\varphi 1 = 0{,}45$ = sudut 63,25

Didapat Tan $\varphi 1 = 1{,}98$

Cos $\varphi 2 = 0{,}9$ = sudut 28,7

Didapat Tan $\varphi 2 = 0{,}48$



Maka didapat Daya Aktip :

P = V.I Cos φ

= 228 . 0,275 . 0,45

= 28,215 Watt

QC = P (Tan $\varphi 1$ - Tan $\varphi 2$)

Maka didapat :

QC = 28,215 Watt (1,98 – 0,48)

QC = 42,3225 VAR.

Maka :

Q = P (Tan $\varphi 1$)

= 28,215 Watt (1,98)

= 55,5 VAR

XC = $\frac{V^2}{QC} = \frac{228^2}{42{,}3225}$ didapat XC = 1228 Ω

Maka :

C = $\frac{1}{2\pi FC} = \frac{1}{2\ .\ (3{,}14).\ 50\ .\ 1228}$

C = $\frac{1}{385592}$ = 2159 X 10^{-6}

C = 2159 μF

KESIMPULAN :

"DAYA REAKTIF SEBELUM PERBAIKAN FAKTOR DAYA = 55,6 VAR DAN SESUDAH PERBAIKAN FAKTOR DAYA DENGAN KAPASITOR IALAH = 42,3 VAR".

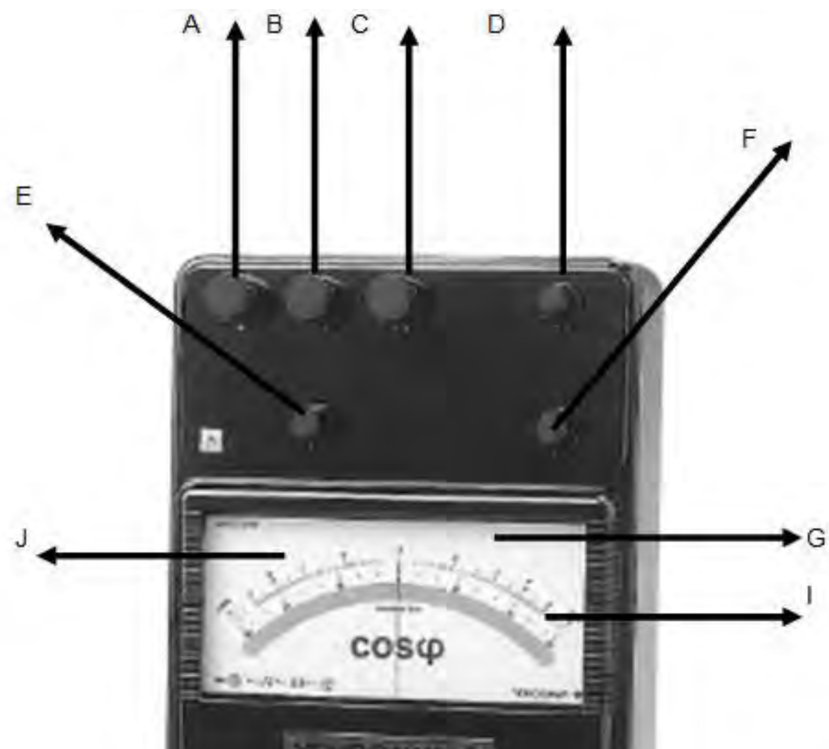
A. Kontrol dan Indikator

Cos φ meter yang digunakan dalam materi bahan ajar adalah jeniS cos φ meter yokogawa type 2039. Yang dapat mengukur perbedaan phasa antara lain :

1. Single phase circuit
2. Balance three phase circuit

Perhatikan dan amati !

Dibawah ini diperlihatkan gambar Konfigurasi Cos φ Meter



Gambar 52. Konfigurasi Cos φ Meter

Keterangan :

Conector phasa (±)

Conector arus untuk beban 1 amper

Conector arus untuk beban 5 amper

Conector daya 2 (P2)

Conector daya 1 (P1)

Conector daya 3 (P3)

Scala deplection pengukuran

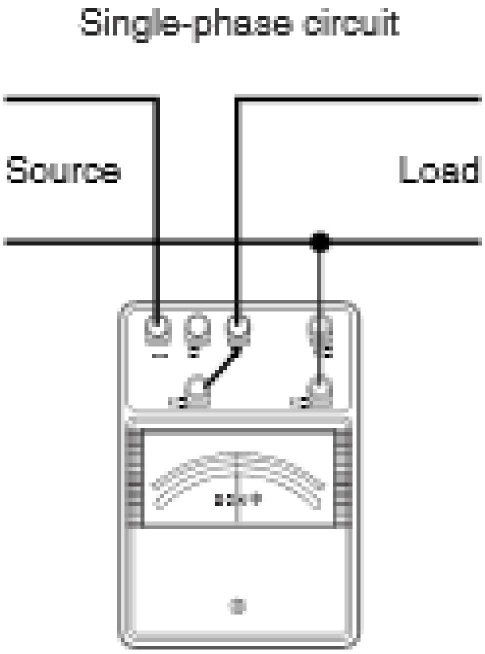
Ajusment calibration

Scala sudut phasa dalam derajat

Scala konversi sinus

Working voltage or current and power loss table

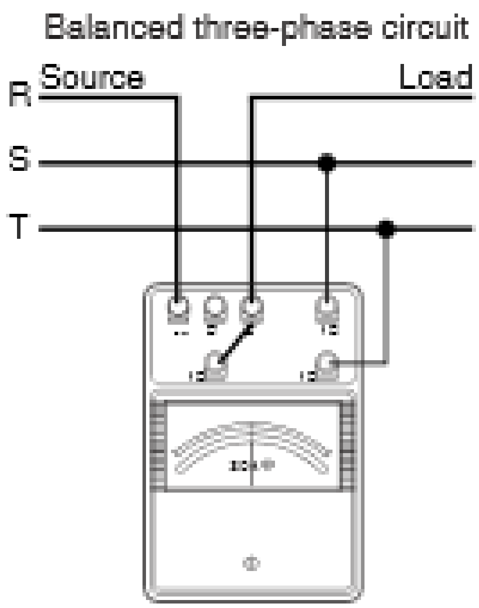
Working voltage or current	
120 volt	60 ----- 300 volt
1 A	0,2 ----- 2A
5A	1 ----- 10 A
Power loss	
120 volt	0,14VA
1A	2,2VA
5A	2,4VA



Wirring single phase circuit

Gambar 53. Wirring Single Phase Circuit

Wirring three phase circuit



Gambar 54. Wirring Three Phase Circuit

B. Persiapan Penggunaan Function Generator

Sebelum menggunakan *Cosφ meter* sebagai alat ukur elektronik, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

5. **Apakah alat ukur ini sudah tersambung dengan tegangan AC yang benar ?**
6. **Apakah terminasi wirring alat ukur tersebut sudah sesuai prosedur**
7. **Apakah alat tersebut dalam kondisi layak pakai**
8. **Setelah wirring selesai maka diharuskan terminasinya di cek oleh guru mata diklat.**

C. Tugas

1. Kenapa dilakukan proses perbaikan faktor daya pada peralatan listrik ?
2. Sebutkan keuntungan perbaikan faktor daya ?
3. Berapakah cos φ ideal dalam perbaikan faktor daya ?
4. Jelaskan yang dimaksud beban resistif, induktif, kapasitif ?

D. Tes Formatif

4. *Cos φ meter* adalah alat ukur yang digunakan untuk ?
5. Langkah apa saja yang perlu diperhatikan sebelum kita menggunakan *Cos φ meter* sebagai alat ukur ?

6. Kenapa dalam teknik perbaikan faktor daya dibutuhkan *Cos φ meter* ?
7. Tuliskan wirring panel kontrol indikator *Cos φ meter* yang Anda ketahui ?

E. Lembar Kerja

Lembar Kerja 1 :

Praktikum Pengukuran Cos φ Meter

Beban :

1. Resistif
2. Induktif
3. Kapasitif
4. Perbaikan faktor daya

A. PETUNJUK PRAKTIKUM

1. Pada saat merangkai semua peralatan harus dalam keadaan off.
2. Periksalah semua semua peralatan sebelum digunakan apakah bekerja dalam keadaan baik.
3. Sebelum memulai percobaan, kalibrasi terlebih dahulu semua alat ukur yang akan digunakan.
4. Jangan menghubungkan rangkaian ke sumber tegangan tanpa persetujuan guru.

5. Gunakan batas ukur yang tertinggi pada saat memulai percobaan .

6. Untuk beban resistif digunakan lampu pijar, beban induktif lampu pijar yang dihubungkan dengan balast dan sebagai beban kapasitif digunakan lampu pijar yang dihubung seri dengan kapasitor.

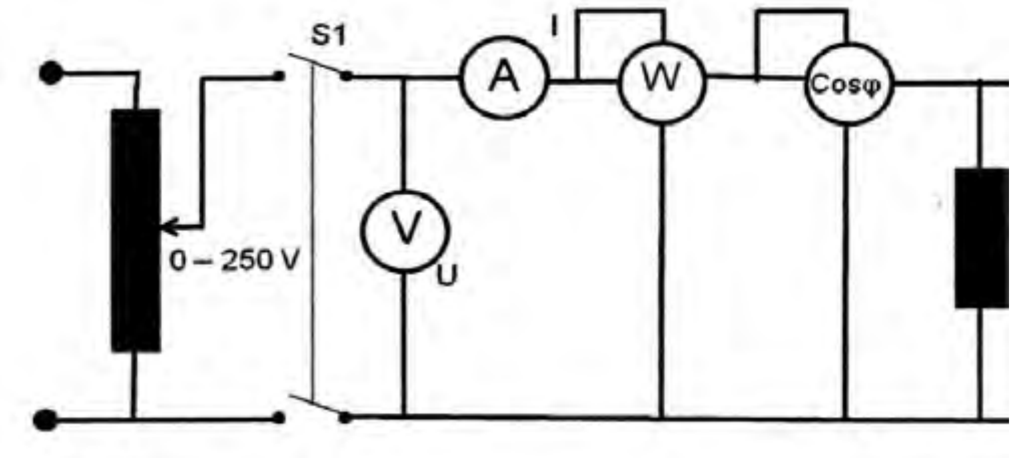
7. Untuk beban induktif dan kapasitif selain tegangan sumber lakukan pula pengukuran tegangan pada lampu pijar, balast dan kapasitor.

8. Hati hatilah menggunakan peralatan dan tanyakan pada guru bila anda ragu cara menggunakannya.

B. ALAT DAN BAHAN

a. Sumber tegangan AC 220 volt
b. Volt meter atau amper meter 1 buah
c. Watt meter 1 buah
d. Cos φ meter 1 buah
e. Lampu pijar 25W, 40W, 60W 1 buah
f. Ballast 10W/15W, 20W, 40W 1 buah
g. Kapasitor 3,25μF ; 4,5μF ; 7,5μF 1 buah
h. Saklar DPST 1 buah
i. Kabel penghubung sesuai kebutuhan

C. GAMBAR RANGKAIAN



D. LANGKAH KERJA

a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
b. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian (Percobaan pertama adalah beban resitif dengan menggunakan lampu pijar).
c. Selesai merangkai, periksakan rangkaian anda pada guru.
d. Setelah diperiksa dan disetujui guru, hubungkan rangkaian ke sumber tegangan.
e. Hubungkan saklar S.
f. Baca penunjukkan semua alat ukur dan catat hasilnya pada tabel hasil pengukuran.
g. Naikkan tegangan menjadi 220 V, lakukan pengukuran seperti langkah 6.
h. Putuskan hubungan saklar S, tambahkan ballast seecara seri dengan lampu pijar (beban induktif).

i. Hubungan saklar S, lakukan kembali langkah 5 sampai dengan 7.
j. Putuskan hubungan saklar S, ganti ballast dengan kapasitor (beban kapasitif).
k. Hubungkan saklar S, lakukan kembali langkah 5 sampai dengan 7.
l. Selesai melakukan pengukuran untuk semua beban, putuskan hubungan saklar S. Hitunglah nilai-nilai parameter yang diminta pada tabel hasil perhitungan. Bila anda kurang puas dengan hasil-hasil yang diperoleh, silahkan ulangi lagi melakukan pengukuran.
m. Selesai melakukan percobaan, putuskan hubungan dengan sumber tegangan. Rapikan alat dan bahan serta kembalikan pada tempat semula.
n. Selesaikanlah laporan anda.

E. TUGAS DAN PERTANYAAN

a. Hitunglah nilai-nilai parameter S, P, Q, Z, R, $\angle\varphi$ dan Cos φ dan tabulasikan ke dalam tabel hasil perhitungan !
b. Lukislah vektor diagram tegangan untuk beban resistif dan kapasitif. Melalui analisis vektor hitunglah daya dan bandingkan dengan hasil pengukuran !
c. Berilah komentar anda terhadap hasil-hasil pengukuran dan perhitungan dalam bentuk nalisis data !
d. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !

Tabel Hasil Pengukuran

Rangkaian	No	U	I	P	Cos φ	ULP	UBL/UC
Beban Resistif Lampu pijar	1						
	2						
Beban Induktif LP seri dengan ballast	1						
	2						
Beban Kapasitif LP seri dengan kapsitor	1						
	2						

PENGOLAHAN DATA

Tabel Hasil Perhitungan

Rangkaian	No	S	P	Q	Z	R	Cos φ
Beban Resistif Lampu pijar	1						
	2						
Beban Induktif LP seri dengan ballast	1						
	2						
Beban Kapasitif LP seri dengan kapsitor	1						
	2						

Lembar Kerja 2 :

Praktikum Perbaikan Faktor Daya

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pratikum ini diharapkan peserta mampu :

1. Menghitung nilai kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya beban induktif.
2. Memasang kapasitor untuk memperbaiki faktor daya beban induktif.3. Melukis vektor diagram perbaikan faktor daya.

Rasional

Seperti diketahui bahwa beban listrik yang paling umum adalah beban induktif. Pada beban induktif terdapat geseran fasa antara arus dari tegangan, besarnya geseran fasa akan menentukan besarnya daya reaktif yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap nilai daya nyata. Semakin besar geseran fasa semakin besar pula daya reaktif dan semakin kecil daya nyata. Akibatnya untuk daya nyata yang sama diperlukan daya semu (S) dan arus yang lebih besar. Hal ini jelas sangat merugikan, untuk itu perlu dilakukan upaya untuk memperbaiki faktor daya guna memperkecil daya reaktif sehingga daya nyata yang diperoleh mendekati daya semu atau kalau mungkin sama dengan daya semu. Cara yang paling umum dilakukan untuk memperbaiki faktor daya ini adalah dengan memasang kapasitor secara paralel dengan beban induktif yang hendak diperbaiki faktor dayanya. Namun pemasangan kapasitor ini harus dilakukan dengan perhitungan yang cermat karena bila perhitungannya tidak cermat bisa jadi faktor dayanya bukan menjadi lebih baik tapi justru menjadi semakin jelek. Oleh karena itu kapasitor yang dipasang pada suatu beban induktif harus dihitung secara cermat.

Gambaran Umum

Pada praktikum ini akan dilakukan dua percobaan :

Pada percobaan a :

nilai kapasitor yang dipasang pada beban induktif tanpa melalui perhitungan. Dari percobaan ini akan dilakukan pengukuran tegangan, arus, daya, dan faktor daya pada beban tanpa kapasitor dan dengan menggunakan kapasitor. Hasil pengukuran ini kemudian dibandingkan.

Pada percobaan b :

kapasitor yang dipasang adalah berdasarkan hasil perhitungan. Kemudian dilakukan pengukuran parameter-parameter seperti percobaan a, yaitu arus, tegangan, daya dan faktor daya baik sebelum maupun sesudah dipasang kapasitor. Dari hasil-hasil pengukuran ini selanjutnya dihitung nilai S dan Q, sehingga kemudian bisa dibandingkan penurunan nilai Q, S, dan arus serta peningkatan nilai faktor daya setelah dipasang kapasitor. Akhirnya dari dua percobaan ini dapat disimpulkan bagaimana mestinya perbaikan faktor daya dilakukan dan manfaat apa yang akan diperoleh dari perbaikan faktor daya tersebut.

D. Petunjuk

Pada saat merangkai semua peralatan harus dalam keadaan off.

Periksalah semua peralatan sebelum digunakan, apakah bekerja dalam keadaan baik ?

Sebelum memulai percobaan, kalibrasilah terlebih dahulu semua alat ukur yang akan digunakan.

Jangan menghubungkan rangkaian ke sumber tegangan tanpa persetujuan guru.

Gunakan batas ukur yang tertinggi pada saat memulai percobaan.

Sebagai beban induktif digunakan lampu TL.

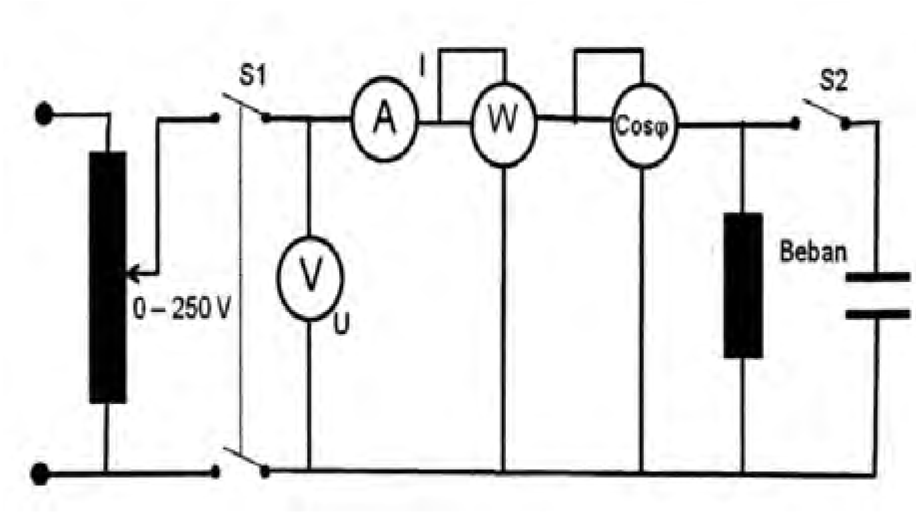
Hati-hatilah menggunakan peralatan, dan tanyakan pada guru bila anda ragu.

Alat dan Bahan

Sumber tegangan AC	220 volt
Volt meter atau amper meter	1 buah
Ampermeter (Multimeter Unigor)	1 buah

Watt meter	1 buah
Cos φ meter	1 buah
Ballast 10W/15W, 20W, 40W	1 buah
Lampu TL 10W/15W, 20W, 40W	1 buah
Kapasitor 3,25µF ; 4,5µF ; 7,5µF	1 buah
Kapasitor variable	1 buah
Saklar DPST	1 buah
Saklar SPST	1 buah
Kabel penghubung	sesuai kebutuhan

Gambar Rangkaian



Langkah Kerja

Percobaan A

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian (Beban adalah ballast 10/15W, 20W, dan 40W secara bergantian, sementara kapasitor yang digunakan tetap yaitu 7,5μF).
3. Selesai merangkai, periksakan rangkaian anda pada guru.
4. Setelah diperiksa dan disetujui guru, hubungkan rangkaian ke sumber tegangan.
5. Saklar S2 dalam keadaan off, hubungkan saklar S1.
6. Baca penunjukkan semua alat ukur dan catat hasilnya pada tabel hasil pengukuran.
7. Hubungkan saklar S2, amati penunjukkan alat ukur dan catat hasilnya seperti langkah 6 diatas.
8. Putuskan hubungan saklar S1 dan S2, gantilah ballast 10/15W dengan ballast 20W. Ulangi kembali langkah 5 sampai dengan 7.
9. Lakukan langkah 5 sampai dengan langkah 7 untuk ballast 40W.
10. Selesai melakukan pengukuran, putuskan hubungan saklar S1 dan S2. Hitunglah nilai-nilai parameter seperti yang diminta pada tabel hasil perhitungan. Bila anda kurang puas dengan hasil yang diperoleh, silahkan ulangi lagi melakukan pengukuran.

F. Tugas dan Pertanyaan

Percobaan A

1. Hitunglah nilai- nilai S, S' , Q, Q' , Z, Z' dan tabulasikan pada tabel hasil perhitungan !
2. Bandingkanlah hasil pengukuran tanpa kapasitor dengan pengukuran menggunakan kapasitor. Beri komentar anda dalam bentuk analisis data !
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !

<u>Tabel Hasil Pengukuran</u>

Percobaan A

No	Beban	Tanpa Kapasitor				Dengan Kapasitor			
		U	I	P	Cos φ	C	I'	P'	Cos φ'
1	Ballast 10W								
2	Ballast 20W								
3	Ballast 40W								

Pengolahan Data

Tabel Hasil Pengolahan Data

Percobaan A

No	Beban	Tanpa Kapasitor			Dengan Kapasitor			
		S	Q	Z	C	S'	P'	Z'
1	Ballast 10W							
2	Ballast 20W							
3	Ballast 40W							

Langkah Kerja

Percobaan B

1. Gantilah beban ballast 40W dengan lampu TL 10W komplit.
2. Saklar S2 dalam keadaan off, hidupkan saklar S1.
3. Amati penunjukkan semua alat ukur dan catat hasilnya pada tabel hasil pengukuran.
4. Putuskan hubungan saklar S1. Hitunglah nilai kapasitor yang dibutuhkan lampu TL agar faktor daya menjadi satu (unity).
5. Rangkailah kapasitor untuk menghasilkan nilai C yang dibutuhkan sesuai hasil perhitungan pada langkah 4 dan pasanglah pada rangkaian.
6. Hubungkan saklar S1 dan S2. Amati penunjukkan semua alat ukur dan catatlah hasilnya pada tabel hasil pengukuran.
7. Putuskan hubungan saklar S1 dan S2. Ulangi langkah 1 sampai dengan 6 untuk beban lampu TL 20W dan 40W.
8. Selesai melakukan pengukuran untuk semua lampu TL, putuskan hubungan saklar S1 dan S2. Hitunglah nilai-nilai seperti yang diminta pada tabel hasil perhitungan. Bila anda kurang puas dengan hasil yang diperoleh, silahkan ulangi lagi melakukan pengukuran.
9. Selesai melakukan percobaan, putuskan hubungan rangkaian dengan sumber tegangan.
10. Selesaikanlah laporan anda.

Tugas dan Pertanyaan

Percobaan B

1. Hitunglah nilai-nilai S, S' , Q, Q' , Z, Z' , penghematan daya (S-S') dan tabulasikan pada tabel hasil perhitungan !
2. Lukislah vektor diagram untuk lampu TL 20W !
3. Bandingkanlah hasil-hasil percobaan B dengan percobaan A. Berikan komentar anda dalam bentuk analisis data !
4. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini !

Tabel Hasil Pengukuran

Percobaan B

No	Beban	Tanpa Kapasitor				Dengan Kapasitor			
		U	I	P	Cos φ	C	I'	P'	Cos φ'
1	Lampu TL 10W								
2	Lampu TL 20W								
3	Lampu TL 40W								

Pengolahan Data

Tabel Hasil Pengolahan Data

Percobaan B

No	Beban	S	Q	Z	S	P'	Z'	S-S'
1	Ballast 10W							
2	Ballast 20W							
3	Ballast 40W							

B. Aspek Afektif (Sikap)

(bobot nilai 2)

NAMA :

KELAS :

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur (cos φ meter)	1) Petunjuk operasi cos φ meter dibaca dan dipahami 2) Persiapan penggunaan *cos φ meter* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 3) *Cos φ meter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya wirring untuk phasa, wirring daya, pemasangan ke beban yang akan diukur sudut phasa listriknya	Persiapan Awal Penggunaan *Cos φ meter*	Tekun	2	Mendengarkan dengan sungguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk

	4) Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 5) Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja			0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.
			Cermat	2	Memasang kabel wirring, kabel AC dan memposisikan kontrol indikator dengan benar.
				1	Memasang kabel wirring , kabel AC dengan benar, memposisikan kontrol indikator tidak benar.
				0	Memasang kabel wirring kabel AC dan memposisikan kontrol indikator tidak benar.

<table>
<tr><th>KOMPETENSI</th><th>KRITERIA KINERJA</th><th>AKTIFITAS</th><th>ASPEK YANG DINILAI</th><th>SKOR</th><th>KETERANGAN</th></tr>
<tr><td rowspan="6">4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur.

(Cos φ meter)</td><td rowspan="6">i. Petunjuk operasi cos φ meter dibaca dan dipahami

i. Persiapan penggunaan cos φ meter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan

i. Cos φ meter digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya pada pengukuran sudut phasa pada beban yang bersifat resistif, pada beban yang bersifat induktif,maupun pada beban yang bersifat kapasitif, dan juga pada perbaikan paktor daya dengan kapasitor.

v. Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan</td><td rowspan="6">Penggunaan cos φ meter sebagai cos φ Meter Output.</td><td rowspan="3">Tekun</td><td>2</td><td>Mendengarkan dengan sungguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.</td></tr>
<tr><td>0</td><td>Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Teliti</td><td>2</td><td>Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk</td></tr>
<tr><td>0</td><td>Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.</td></tr>
</table>

	hasil pegujian yang lebih baik v. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja		Cermat	2	Mampu menggunakan cos φ meter sebagai cos φ meter *Output* sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah memposisikan *cos φ meter sebagai cos φ meter Output*. dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi-kan kontrol indikator *cos φ meter* sebagai *cos φ meter Output* salah.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Cos φ meter)	8.5.1. Petunjuk operasi *cos* φ *meter* dibaca dan dipahami 8.5.2. Persiapan penggunaan *cos* φ *meter* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 8.5.3. *Cos* φ *meter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya pengukuran sudut phasa pada beban yang bersifat resistif, pada beban yang bersifat induktif,maupun pada beban yang bersifat	Penggunaan cos φ meter Sebagai *alat ukur sudut phasa listrik*	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

	kapasitif, dan juga pada perbaikan paktor daya dengan kapasitor. yang diharapkan Dilakukan sesuai dengan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 8.5.4. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja		Cermat	2	Mampu menggunakan cos φ meter sebagai alat untuk mengukur sudut phasa sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah memposisikan cos φ meter sebagai *cos φ meter Output*. dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi-kan kontrol indikator *cos φ meter* sebagai *cos φ meter Output* salah.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (Cos φ meter)	2) Petunjuk operasi *cos* φ meter dibaca dan dipahami 3) Persiapan penggunaan cos φ meter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4) *Cos* φ *meter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya pengukuran sudut phasa pada beban yang bersifat resistif, pada beban yang bersifat induktif,maupun pada beban yang bersifat kapasitif, dan juga pada perbaikan paktor daya dengan kapasitor. 5) Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 6) Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja	Penggunaan *Cos* φ *meter* Sebagai *pengukur sudut phasa listrik*	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.
			Cermat	2	Mampu menggunakan *Cos* φ Meter sebagai *pengukur sudut phasa listrik* sesuai dengan petunjuk pengoperasian.

				1	Sebagian langkah-langkah memposisikan cos φ meter sebagai *pengukur sudut phasa listrik* dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi- kan kontrol indikator *cos φ meter* sebagai pengukur sudut phasa yang salah.

C. Aspek Psikomotor (Ketrampilan)

NAMA :

KELAS :

NO	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
01	Kebenaran langkah-langkah persiapan pengoperasian *Cos φ meter* untuk menghasilkan sudut phasa listrik pada beban induktif,resistif,kapasitif yang diingin kan, dan juga perbaikan faktor daya listrik dengan kapasitor menggunakan kontrol indikator dari *cos φ meter* untuk pengoperasian yang dimaksud.	4	Benar	1
		0	Salah	0
02	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *cos φ meter* sebagai *cos φ meter Output* untuk menghasilkan sudut phasa listrik yang diinginkan.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
03	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *cos φ meter* sebagai *cos φ meter Output* untuk menghasilkan bentuk sudut phasa listrik yang diinginkan.sebagai perbaikan faktor daya	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

04	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *cos* φ *meter* sebagai *cos* φ *meter untuk* menghitung suatu sudut phasa listrik yang diinginkan.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

PENGGABUNGAN KETIGA NILAI

ASPEK	SKOR (1-100)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
PENGETAHUAN	15	4	60	Syarat lulus nilai minimal = 75
SIKAP	12	2	24	
KETRAMPILAN	4	4	16	
NILAI AKHIR			100	

Bab 7

KEGIATAN BELAJAR 14 :

KONFIGURASI ALAT UKUR KWH METER

A. Tujuan Pembelejaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 14, siswa diharapkan mampu:

1. **Mengetahui konfigurasi alat ukur KWH meter**
2. **Memahami kegunaan seluruh integrasi perangkat yang terdapat dalam alat ukur KWH meter.**
3. **Menggunakan alat ukur KWH meter untuk mengukur besarnya energi listrik yang dipakai oleh beban listrik resistif**
4. **Menggunakan alat ukur KWH meter untuk mengukur energi listrik atau daya listrik pada beban induktif**
5. **Menggunakan alat ukur KWH meter untuk mengukur energi listrik pada beban kapasitif.**

B. Uraian Materi

KWH Meter digunakan untuk mencatat besarnya energi listrik yang dipakai oleh suatu beban listrik baik itu resistif,

induktif, kapasitif. Semuanya akan dicatat oleh alat KWH Meter tersebut.

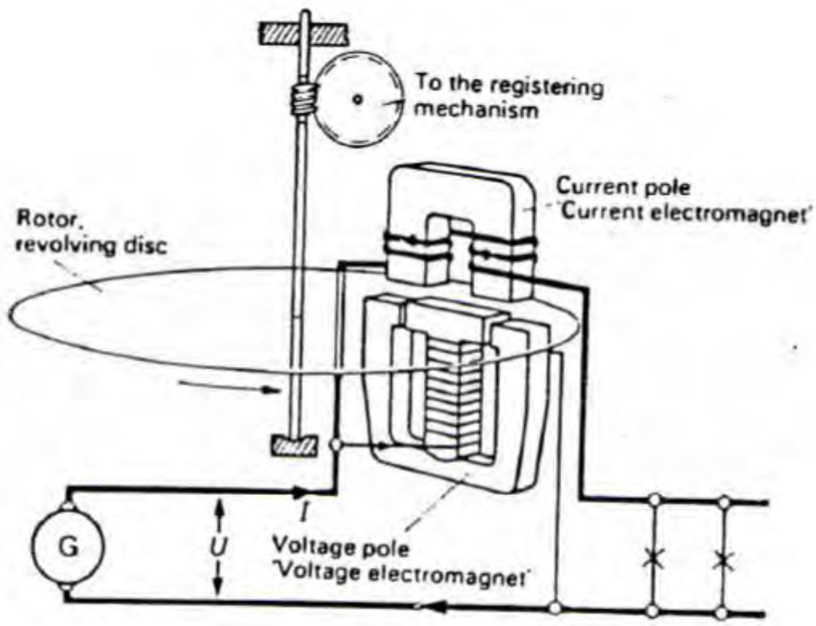
Berdasarkan cara kerjanya (rancangannya) KWH Meter dibagi menjadi dua bagian yaitu ialah :

1. KWH meter dengan prinsif motor,

2. KWH meter dengan meter statik.

Sedangkan meter statik digunakan untuk meter-meter arus searah. Sedangkan KWH meter dengan frinsip motor digunakan untuk meter-meter induksi arus bolak balik (alternating current).

KWH meter dengan prinsif motor mempunyai rotor tanpa kumparan yang terbuat dari piringan alumunium, yang ditempatkan diantara dua buah kutub magnet listrik. Yaitu



kutub kumparan arus dan kutub kumparan tegangan

Gambar 55 KWH Meter dengan Prinsif Motor

Jumlah putaran rotor dalam per KWH dinamakan konstanta meter atau (C), dimana biasanya sudah tercantum pada plat nama meter KWH itu sendiri. Misalnya kita ambil contoh : 600U/KWH (artinya 600 putaran per KWH) ; Atau 1200U/KWH (artinya 1200 putaran per KWH) Dan sebagainya. Dalam hal ini KWH meter digunakan sebagai alat untuk mengukur daya aktif (daya watt) dari suatu beban listrik . oleh karenanya KWH meter dapat juga digunakan untuk menentukan besarnya daya (watt) dari beban adapun rumus rumus yang dipakai dalam teori KWH meter adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{n \cdot 60}{C} \quad (KW)$$

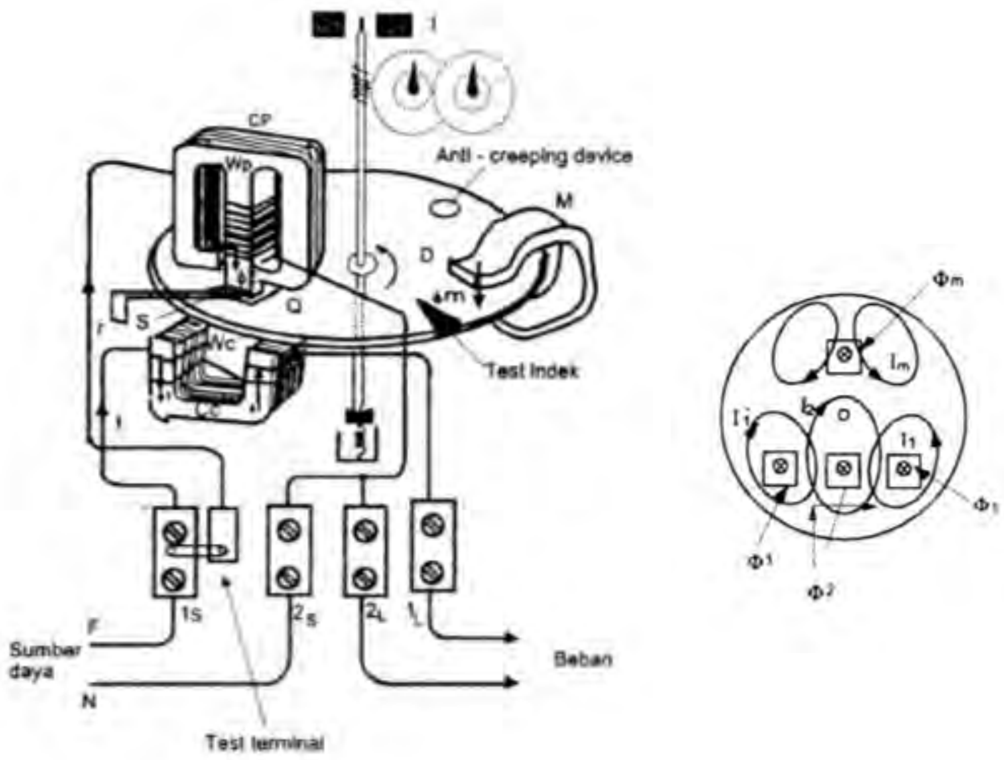
Dimana : P = Daya Aktif (Watt)

n = Jumlah putaran permenit dari piringan

C = Konstanta meter

Prinsif Kerja KWH Meter

Dibawah ini diperlihatkan gambar prinsif suatu meter penunjuk energi listrik arus bolak balik.



Gambar 56. Prinsif Suatu Meter Penunjuk Energi Listrik
Arus Bolak balik.

Keterangan :

Cp = Inti besi kumparan tegangan

Cc = Inti besi kumparan arus

Wp = Kumparan tegangan

Wc = Kumparan arus

D = Kepingan roda alumunium

J = Roda roda pencatat

M = Magnet permanen sebagai pengerem keping

alumunium Saat beban kosong.

S = Kumparan penyesuai beda pase arus

dan

tegangan.

Pada saat arus beban mengalir pada kumparan arus akan menimbulkan flux magnet $\emptyset 1$ sedangkan pada kumparan tegangan terjdi perbedaan fase antara arus dan tegangan sebesar 90^0, hal ini, karena kumparan tegangan bersifat induktor. Sedangkan arus yang melalui kumparan tegangan akan menimbulkan flux magnet $\emptyset 2$ yang berbeda fase 90^0 dengan $\emptyset 1$.

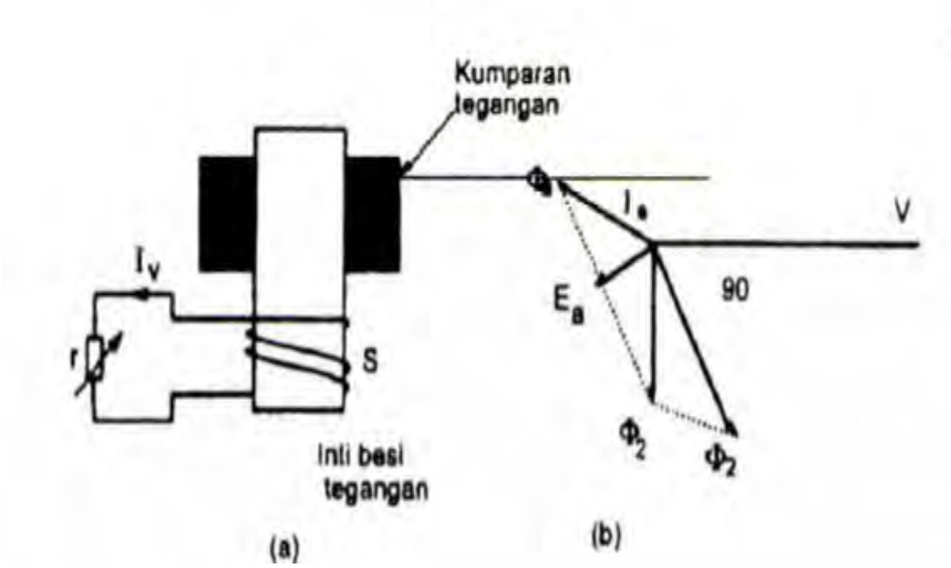
Perbedaan fase antara $\emptyset 1 dan\ \emptyset 2$ akan menyebabkan momen gerak pada keping alumunium (D) sehingga berputar. Putaran keping alumunium (piringan) dan ditransfer pada roda roda pencatat besarnya momen gerak ini akan sebanding dengan arus I dan tegangan V yaitu :

$$\mathbf{T = k\ .\ V\ .\ I\ .\ Cos}\ \varphi$$

Penyesuaian Fase

Pada kenyataannya beda fase antara $\emptyset 1\ dan\ \emptyset 2$ tidak betul betul 90^0, karena adanya kerugian inti dan tekanan pada kumparan tegangan. Untuk mengatasi ini, caranya adalah dengan memasang kumparan penyesuai fase pada inti

kumparan tegangan lihat pada gambar prinsif pengatur fase.

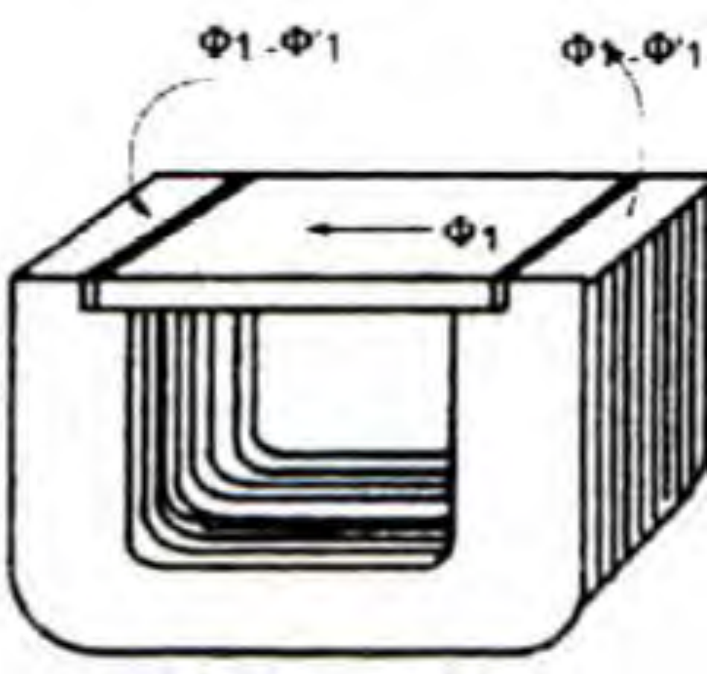


Gambar 57. Prinsif Pengatur Fase

Penyesuaian pada Beban Berat

Pada saat beban berat Ø1 akan bertambah besar pertambahan ini akan mengakibatkan arus pusar (Arus Eddy) pada kepingan alumunium juga bertambah besar sedangkan arus eddy ini menimbulkan momen lawan pada keping alumunium dan akan menghambat putran keping alumunium. Untuk mengatasinya pada kumparan arus dipasang shunt magnetis dimana pada saat beban penuh atau berat flux tidak sepenuhnya dapat menimbulkan momen lawan .

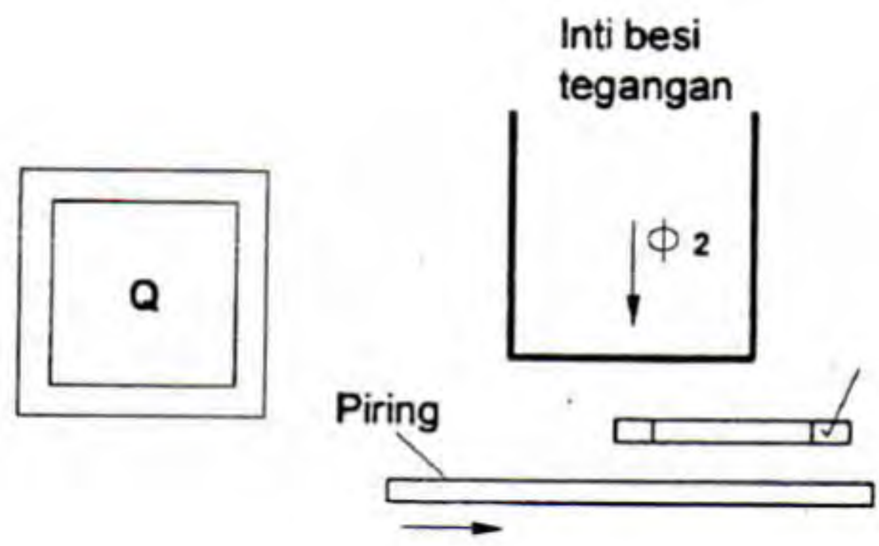
Lihat gambar prinsif suatu pengatur beban berat.



Gambar 58. Prinsif Pengatur Beban Berat

Penyesuaian beban beban ringan

Kesalahan putaran akibat adanya gaya gesek pada piringan terutama pada saat beban kecil (ringan). Untuk mengatasi hal ini dibuat cincin tembaga yang ditempatkan diantara kumparan tegangan dengan piringan dengan pemasangan condong ke arah gerak putar. Lihat gambar. Prinsip pengatur beban ringan.



Gambar 59. Prinsip Pengatur Beban Ringan

Dengan adanya cincin tembaga ini, akan menimbulkan perbedaan fase dibanding dengan flux magnet Ø2. yang tidak melalui cincin tembaga. Sehingga terjadi pergeseran flux ke arah gerak piringan dan menimbulkan momen dengan arah sesuai gerak putar piringan. (keping alumunium).

Putaran pada Beban Kosong

Pada saat beban kosong kumparan tetap dialiri arus yang bisa menggerakan piringan agar piringan tidak akan tergerak oleh flux magnet Ø2. maka pada piringan dipasang lubang dimana pada saat lubang piringan berada dibawah tepat kumparan arus eddy akan terganggu dan momen yang ditimbulkan oleh flux magnet Ø2. berkurang dan akibatnya piringan terhenti.

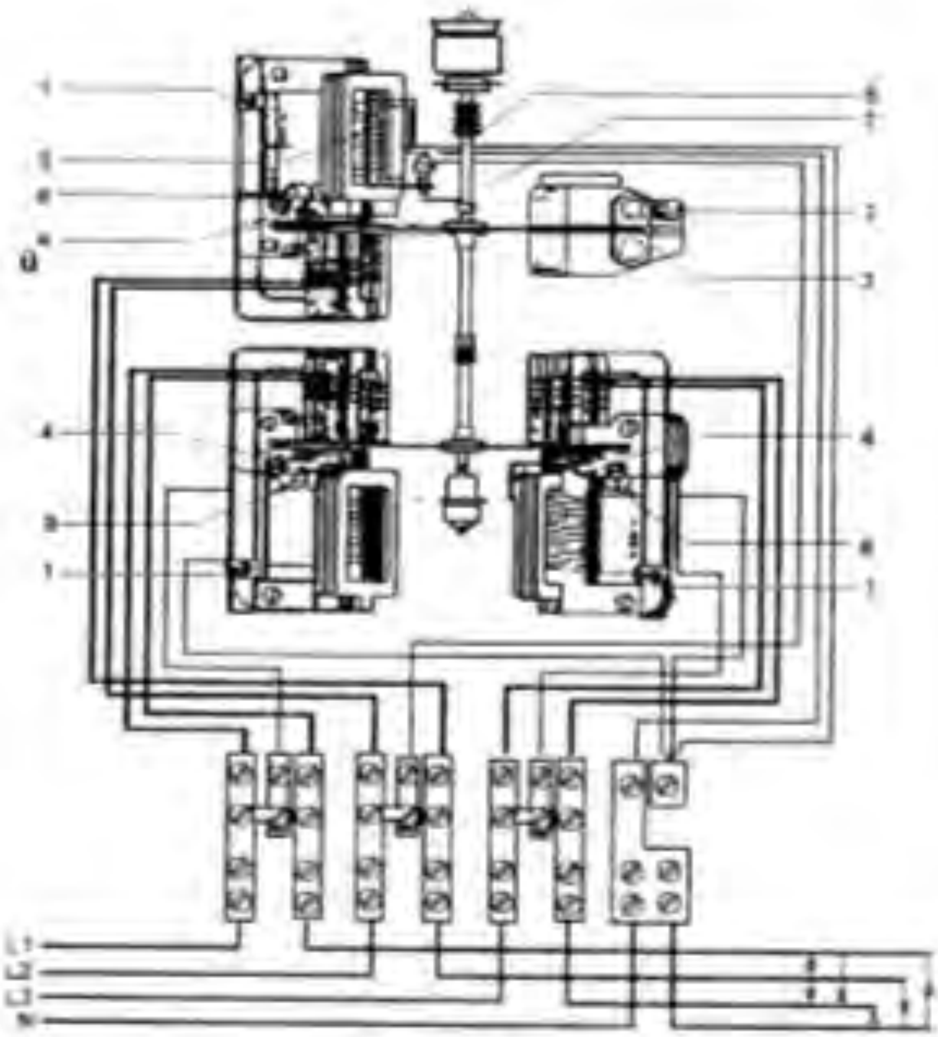
Cara Penyambungan KWH Meter 1 Fase

Pada KWH Meter ini, pada dasarnya sama seperti watt meter yaitu mempunyai kumparan tegangan dan kumparan arus. Adapun cara menggunakannya adalah sebagai berikut :

1. Kumparan arus diseri dengan beban ujung awal mendapat fase dan ujung akhir dihubungkan ke beban.
2. Kumparan tegangan awal digabung dengan ujung awal kumparan arus dan ujung akhir dihubungkan dengan netral sumber bersama sama dengan ujung lain dari beban.
3. Jika rangkaian sudah benar kemudian sumber kita kita masukan pada rangkaian.

KWH Meter 3 Fase

Berikut ini adalah diperlihatkan gambar KWH meter 3 phase dengan 2 piringan.



Gambar 60. KWH Meter 3 Fase dengan 2 Piringan

Keterangan :

1. Skrup penahan plat pengikat kumparan tegangan dan arus
2. Skrup pengatur gerak pengerem magnit

3. Rem magnetik.
4. Skrup pengatur pada inti kumparan tegangan.
5. Alur/jalan kosong gerak inti utama kumparan tegangan untuk penyesuai fase (arus dan tegangan).
6. Skrup pengatur posisi inti utama kumparan tegangan.
7. Penahan / pembatas gerak skrup pengatur inti utama tegangan.
8. Tuts (tangkai) pengatur (penyelubang) momen pusar.

Cara Menggunakan KWH Meter 3 Fase

1. KWH Meter 3 fase pada dasarnya adalah KWH Meter 1 fase yang disusun sedemikian rupa sehingga menjadi KWH Meter 3 fase dengan prinsif kerja seperti KWH Meter 1 fase.
2. Line L1 kita masukan pada ujung awal kumparan arus fase 1, dan ujung akhirnya kita hubungkan keujung beban untuk fase pertama. Demikianpula untuk L1 dan L2 dipasangkan pada ujung awal kumparan fase 2 dan 3 dan ujung lainnya ke beban.
3. Netral sumber kita masukan ke terminal netral alat ukur dan kita gabung dengan ujung lain dari beban.
4. Jika rangkaian sudah benar maka sumber kita hidupkan maka piringan akan berputar sesuai dengan besarya beban. Jika beban besar piringan akan berputar cepat dan sebaliknya.

5. Gerak putar roda roda pencatat (regester) ini, ditentukan oleh transfer dari gerak piringan berjumlah 2 (ada yang 3) yang kesemuanya ditempatkan dalam satu poros.

C. Tugas

1. Apakah yang menyebabkan piringan alat ukur KWH Meter berputar ?
2. Sebutkan kesalahan kesalahan yang terjadi pada KWH Meter ?
3. Jelaskan bagaimana cara perubahan posisi regester pada saat penggunaan beban puncak ?
4. Sebutkan bagian bagian pada KWH Meter ?

D. Tes Formatif

1. Sebuah KWH meter dipasang untuk mencatat energi beban selama 6 jam dimana piringan meteran berputar sebanyak 1800 putaran dengan kecepatan konstan hitung energi beban selama 6 jam dan daya beban bila batas ukur KWH Meter = 1200 rph /KWH ?
2. Sebuah KWH Meter dengan batas ukur 2400 rph/kwh melayani beban 1,5 kw selama 4 jam hitung energi yang dicatat kwh meter dan jumlah putaran piringan selama pengukuran ?
3. Sebuah konstanta meter pada kwh meter 1 fase adalah 1350U/KWH dengan piringan meteran berputar 10

putaran per menit berapakah daya aktif yang terukur oleh kwh Meter tersebut ?

E. Lembar Kerja

Menggunakan KWH Meter

A. Tujuan :

1. Mengukur energi dengan KWH Meter
2. Mengukur energi beban dalam waktu tertentu
3. Menentukan daya beban berdasarkan energi yang dikonsumsi.

B. Petunjuk

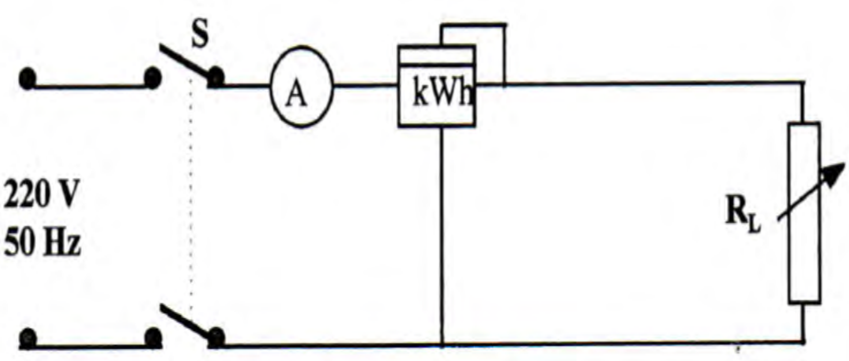
1. Baca dengan teliti lembar kerja ini, tanyakan kepada guru jika ada yang belum jelas dan paham.
2. Sebelum merangkai Load resistor harus pada posisi tahanan maksimum.
3. Ikuti langkah kerja dengan seksama demi keselamatan anda dan peralatan.

C. Alat dan Bahan

1. KWH Meter 1 fase
2. AVO meter
3. Sumber AC 220V / 50 hz
4. Load resistor
5. Saklar DPST

6. Stop watch

B. Gambar Rangkaian



C. Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan
2. Rangkai peralatan sesuai dengan gambar dan petunjuk dimana saklar S pada posisi OFF.
3. Setelah selesai merangkai periksakan pada guru
4. Hubungkan rangkaian kesumber tegangan dan stel saklar S pada posisi ON
5. Amati Penunjukan KWH Meter apakah piringan berputar
6. Atur beban hingga ampermeter menunjuk $\pm 60\%$ arus nominal KWH Meter.
7. Kemudian hitung putaran piringan Kwh meter selama 5 menit dengan cermat (waktu penghitungan dengan stop watch)
8. Setelah selesai pengukuran saklar S pada posisi OFF

9. Putuskan ke sumber tegangan rapikan alat dan bahan dan kembalikan ke tempat semula.

Tabel

Putaran KWH	Lama Pengukuran	Hasil Pengukuran	Energi/ Putaran	Energi Selama Pengukuran	Daya beban

B. Aspek Afektif (Sikap)

(bobot nilai 2)

NAMA :

KELAS :

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur (KWH meter)	4.5.1 Petunjuk operasi KWH meter dibaca dan dipahami 4.5.2 Persiapan penggunaan *KWH meter* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3 *KWH meter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya wirring untuk 1 phasa, wirring 3 PHASE, pemasangan ke beban yang akan diukur DAYA listriknya	Persiapan Awal Penggunaan *KWH meter*	Tekun	2	Mendengarkan dengan sungguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
	4.5.4 Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.5 Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja		Cermat	2	Memasang kabel wirring, kabel AC dan memposisikan kontrol indikator dengan benar.
				1	Memasang kabel wirring , kabel AC dengan benar, memposisikan kontrol indikator tidak benar.
				0	Memasang kabel wirring kabel AC dan memposisikan kontrol indikator tidak benar.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (KWH meter)	4.5.1 Petunjuk operasi *KWH* meter dibaca dan dipahami 4.5.2 Persiapan penggunaan *KWH meter* dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.3 KWH meter digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya pada pengukuran daya aktif pada beban yang bersifat resistif, pada beban yang bersifat induktif,maupun pada beban yang bersifat kapasitif	Penggunaan *KWH* meter sebagai *KWH Meter Output*.	Tekun	2	Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk
				0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
	4.5.4 Dilakukan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.5 Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja		Cermat	2	Mampu menggunakan KWH meter sebagai KWH meter *Output* sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah memposisikan *KWH meter sebagai KWH meter Output*. dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi-kan kontrol indikator *KWH meter* sebagai *KWH meter Output* salah.

<table>
<tr><th>KOMPETENSI</th><th>KRITERIA KINERJA</th><th>AKTIFITAS</th><th>ASPEK YANG DINILAI</th><th>SKOR</th><th>KETERANGAN</th></tr>
<tr><td rowspan="6">4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur.

(Cos φ meter)</td><td rowspan="6">4.5.1 Petunjuk operasi KWH meter dibaca dan dipahami

4.5.2 Persiapan penggunaan KWH meter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan

4.5.3 KWH meter digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya pengukuran DAYA AKTIF pada beban yang bersifat resistif, pada beban yang bersifat induktif,maupun pada beban yang bersifat kapasitif yang diharapkan</td><td rowspan="6">Penggunaan KWH meter Sebagai alat MENGUKUR DAYA AKTIF pada beban listrik</td><td rowspan="3">Tekun</td><td>2</td><td>Mendengarkan dengan sunguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.</td></tr>
<tr><td>0</td><td>Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Teliti</td><td>2</td><td>Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk</td></tr>
<tr><td>0</td><td>Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.</td></tr>
</table>

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
	4.5.4 Dilakukan sesuai dengan standar pengaturan sederhana untuk mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.5 Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja		Cermat	2	Mampu menggunakan kwh meter sebagai alat untuk mengukur daya aktifsesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah memposisikan KWH meter sebagai *KWH meter Output*. dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisikan kontrol indikator *KWH meter* sebagai *KWH meter Output* salah.

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
4.5 Mengoperasikan alat ukur kelistrikan instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur. (KWH meter)	4.5.6. Petunjuk operasi *KWH* meter dibaca dan dipahami 4.5.7. Persiapan penggunaan KWH meter dilakukan sesuai dengan keperluan pengujian yang akan dilakukan 4.5.8. *KWH meter* digunakan sesuai dengan petunjuk operasi. Pilihan-pilihan fungsi pada panel depan di-demokan dengan benar, misalnya pengukuran daya aktif pada beban yang bersifat resistif, pada beban yang bersifat induktif,maupun pada beban yang bersifat kapasitifDilakukan standar pengaturan sederhana untuk	Penggunaan *KWH meter* Sebagai *pengukur DAYA AKTIF BEBAN listrik*	Tekun	2	Mendengarkan dengan sungguh-sungguh petunjuk yang diberikan guru dan mengajukan pertanyaan.
				1	Mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
				0	Kurang mendengarkan petunjuk yang diberikan guru.
			Teliti	2	Melakukan persiapan awal pengukuran sesuai petunjuk.
				1	Melakukan persiapan awal pengukuran tidak sesuai petunjuk

KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	AKTIFITAS	ASPEK YANG DINILAI	SKOR	KETERANGAN
	mendapatkan hasil pegujian yang lebih baik 4.5.9. Aspek-aspek keamanan dilakukan sesuai dengan petunjuk kerja			0	Mengabaikan sama sekali persiapan awal pengukuran.
			Cermat	2	Mampu menggunakan *KWH* Meter sebagai *pengukur daya aktif beban listrik* sesuai dengan petunjuk pengoperasian.
				1	Sebagian langkah-langkah memposisikan kwh meter sebagai *pengukur sudut phasa listrik* dilakukan dengan benar, sebagian lagi salah.
				0	Langkah-langkah memposisi- kan kontrol indikator *KWH meter* sebagai pengukur DAYA AKTIF yang salah.

C. Aspek Psikomotor (Ketrampilan)

NAMA :

KELAS :

NO	ASPEK YANG DINILAI	BOBOT NILAI	KETERANGAN	SKOR
01	Kebenaran langkah-langkah persiapan pengoperasian *KWH meter* untuk menghasilkan daya aktif pada beban induktif,resistif,kapasitif yang diinginkan dengan menggunakan kontrol indikator dari *kwh meter* untuk pengoperasian yang dimaksud.	4	Benar	1
		0	Salah	0
02	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *kwh meter* sebagai *kwh meter Output* untuk menghasilkan daya aktif beban listrik yang diinginkan.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
03	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *kwh meter* sebagai *kwh meter Output* untuk menghasilkan daya aktif pada beban listrik listrik yang diinginkan.sebagai hasil yang optimal	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0
04	Kecepatan dan ketepatan menngoperasikan *kwh meter* sebagai *kwh meter untuk* menghitung suatu daya aktif beban listrik yang diinginkan.	4	< 2 menit	1
		2	> 2 menit < 3 menit	0,5
		0	> 3 menit	0

PENGGABUNGAN KETIGA NILAI

ASPEK	SKOR (1-100)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
PENGETAHUAN	15	4	60	Syarat lulus nilai minimal = 75
SIKAP	12	2	24	
KETRAMPILAN	4	4	16	
NILAI AKHIR			100	

Daftar Pustaka

1. Achjar Chalil, Bina Ketrampilan Elektronika-DWI ETI UTAMA-1983.
2. HUNG CHANG 20 MHz *Dual Trace Oscilloscope* Model OS-620 *Instruction Manual*.
3. *ELECTRONIC INSULATION TESTER Instruction Manual* BK PRECISION MAXTEC INTERNATIONAL CORP. CHICAGO.
4. Fotronic Corporation
5. Evaluasi Pembelajaran Umum – Hand-out, Putu Sudira Negeri Yogyakarta – 2005.
6. www.directindustry.com
7. www.acmehowto.com
8. www.wisegeek.com

2\. www.metrictest.com

3\. www.sanwa-meter.co.jp

4\. www.tequipment.net

5\. www.kpsec.freeuk.com

6\. www.vehicle-wiring-products.co.uk

7\. www.doctronics.co.uk

8\. www.patchn.com

9\. www.commerce.com.tw

10\. www.dansdata.com

11\. www.kpsec.freeuk.com/ components/tran.htm

12\. www.eepcworld.de/ Taschenrechner/s/ulthm5.htm

13\. www.globaltestsupply.com

14\. www.electronic-circuits-diagrams

15\. www.jfk.herts.sch.uk

16. www.thermistor.com
17. www.rafoeg.de
18. http://www.schlotzhauer-versand.de
19. www.technik-zone.de
20. www.oldradioworld.de
21. www.isomatic.co.uk
22. www.perso.wanadoo.fr
23. www.coilwinder.com
24. www.coilgun.eclipse.co.uk
25. www.electronicsinfoline.com
26. www.kpsec.freeuk.com/meters.htm#ohmmeters
27. www.kpsec.freeuk.com/meters.htm#voltmeters
28. www.kpsec.freeuk.com/meters.htm#ammeters
29. www.syspec.com
30. http://www.testequipmentdepot.com/
31. www.h5.dion.ne.jp
32. http://www.henrys.co.uk
33. http://www.ultratechnology.com/updates.htm
34. www.deyes.sefton.sch.uk
35. www.bkprecision.com
36. http://www.support.radioshack.com/support_tutorials/glossary
37. http://www.cadkraft.com/ElectronicGlossaryUVXYZ.htm
38. www.electronicsinfoline.com